

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN ESTIMULANTE DE CRECIMIENTO TIPO  
PROBIÓTICO EN LA FASE DE ALEVINAJE DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis  
sp.*) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO**

**JOHN WILLIAM FLOREZ DIAZ  
JESÚS ARMANDO ORDOÑEZ ORDOÑEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA  
PASTO, COLOMBIA  
2014**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN ESTIMULANTE DE CRECIMIENTO TIPO  
PROBIÓTICO EN LA FASE DE ALEVINAJE DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis  
sp.*) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO**

**JOHN WILLIAM FLOREZ DIAZ  
JESÚS ARMANDO ORDOÑEZ ORDOÑEZ**

**Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero en Producción Acuícola**

**Director  
ARIEL EMIRO GÓMEZ CERÓN  
Biólogo Marino Esp.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA  
PASTO, COLOMBIA  
2014**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”**

**Artículo 1° del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**ARIEL EMIRO GÓMEZ CERÓN, BM, Esp**  
**Director**

---

**ALVARO JAVIER BURGOS ARCOS**  
**Jurado Delegado**

---

**GLORIA SANDRA ESPINOSA NARVAEZ**  
**Jurado**

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

ARIEL EMIRO GÓMEZ CERÓN

BM, Esp. Profesor de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño

ALVARO JAVIER BURGOS ARCOS

Zootecnista, Esp, PhD. Profesor de la facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño

GLORIA SANDRA ESPINOSA NARVAEZ

Ingeniera en Producción Acuícola, Técnica Química Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño.

MARCO ANTONIO IMUEZ FIGUEROA

Zootecnista, Esp, MSc. Profesor de la facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño

CAMILO LENIN GUERRERO ROMERO

Ingeniero en Producción Acuícola, Técnico de Laboratorio la Universidad de Nariño.

WILMER RENE SANGUINO ORTIZ

Ingeniero en Producción Acuícola, Director del Departamento de Recursos Hidrobiológicos. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola.

EDGAR ANDRES PULIDO BRAVO

Médico veterinario, Universidad Nacional de Colombia, MSc.

LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Zootecnista, Esp. Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.
LEIDY ALEJANDRA ORDOÑEZ	Bióloga, Universidad de Nariño
HERNAN EVANY BURBANO CRIOLLO	Ingeniero en Producción Acuícola (C), Universidad de Nariño.
EDISON STEVE PECILLO NUPAN	Ingeniero en Producción Acuícola, Universidad de Nariño.
PIEDAD MEJÍA SANTACRUZ	Secretaria del Departamento de Recursos Hidrobiológicos
OSCAR MEJÍA SANTACRUZ	Auxiliar del Centro de Documentación Especializada del Departamento de Recursos Hidrobiológicos Universidad de Nariño
JOSE EDMUNDO APRAEZ GUERRERO	Zootecnista, Esp, Ph D. Profesor de la facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño

A los demás profesores y funcionarios de la Universidad de Nariño, que contribuyeron para la ejecución de esta investigación y a todas las personas que de una u otra forma prestaron su apoyo.

**Dedicado a:**

Primero, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis Padres, PIEDAD YOLANDA ORDOÑEZ ZAMBRANO y JESUS ORDOÑEZ BOLAÑOS a quien les debo toda mi vida, les agradezco el cariño y su comprensión, a ustedes quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

A mi hermana MARIELENA ORDOÑEZ ORDOÑEZ, por su respaldo, comprensión y por su apoyo incondicional.

Mi tía ESPERANZA ORDOÑEZ., a quien quiero como a una madre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mis Abuelos y a toda mi FAMILIA agradecerles hoy y siempre el esfuerzo realizado. El apoyo en mis estudios y en mi vida, de ser así no hubiese sido posible alcanzar esta meta.

**JESUS ARMANDO ORDOÑEZ ORDOÑEZ**

**Dedicado a:**

Infinitamente agradecido con Dios, ser supremo que iluminó mi camino para no desfallecer en los momentos difíciles vividos en la universidad, colocó a disposición sus magníficos dones, entre ellos la sabiduría, para entender, desarrollar y obtener los mejores resultados, que hoy dan sus frutos. A mis abuelos Martha Ramírez y Gonzalo Díaz quienes fueron los principales gestores para lograr este sueño por ser mis maestros, quienes sin un título, tienen una gran profesión, me enseñaron que valores tan importantes como la honradez, la humildad, la responsabilidad y la generosidad son los pilares fundamentales de una gran persona.

A mis padres, Jesús Flórez e Irene Díaz, quienes con el solo hecho de haberme dado la vida han hecho de mí un mejor ser humano luchador y perseverante para entender que soy capaz de lograr lo que me proponga. A mi hermano Eider Anderson quien ha sido mi amigo de toda la vida y durante mi carrera, también ha aportado su granito de arena para que mi sueño de ser profesional se cumpla.

A mi tío José Rafael por su apoyo incondicional durante mucho tiempo, por sus consejos, regaños y demás lo que ha hecho de mí una mejor persona. A la memoria de mis tías Leidy y Elsy Antonia quienes están en el cielo y desde allá guían mi camino y a toda mi familia en general, por el apoyo, consejo y recomendaciones brindados.

A Lady Andrea, mi futura esposa, por enseñarme a ponerle una sonrisa a la vida, indicándome que cuanto más oscura se pone la noche, es porque el amanecer se avecina, le agradezco infinitamente por su comprensión, ayuda desinteresada, paciencia y por su gran amor.

A mis amigos Jesús, Robinson, Oscar, Evany, Édison y demás compañeros con quienes compartí anécdotas, vivencias y muchos momentos agradables durante el periodo de estudio de mi carrera.

A mis profesores por formar día a día profesionales en esta maravillosa rama de la ciencia.

**“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”  
Albert Einstein**

**JOHN WILLIAM FLÓREZ DÍAZ**

## RESUMEN

Este trabajo evaluó el efecto de un estimulante de crecimiento tipo probiótico en alevinos de tilapia (*Oreochromis sp.*), durante un tiempo de 45 días. La investigación se desarrolló en el laboratorio de Nutrición y Alimentación del Programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño.

Se utilizaron 540 alevinos de tilapia roja con un peso promedio inicial de 0.18 g y una longitud de 1.71 cm, a una densidad de siembra de 45 animales en acuarios de 50 litros. Se evaluaron 4 tratamientos distribuidos de la siguiente manera: T0 = balanceado comercial al 45% de proteína; T1 = 0.05 L probiótico/1 Kg de alimento comercial; T2 = 0.10 L probiótico/1 Kg de alimento comercial; T3 = 0.15 L probiótico/1 Kg de alimento comercial.

Se utilizó un diseño completamente al azar con doble sub muestreo (DCA). Las variables estudiadas fueron incremento de peso; tasa de crecimiento simple; incremento de longitud; conversión alimenticia aparente porcentaje de supervivencia y análisis de costos.

El análisis de varianza indica que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en las variables tasa de crecimiento simple de peso y longitud lo cual se evidenció en el T3 con 7.02 g. y 7.99 cm respectivamente. La mayor supervivencia fue de 87.40% para T1; mientras que la más baja se reportó en T0: 61.48%. La conversión alimenticia aparente no reporto diferencias significativas con valores que van entre 0.51 y 0.70. La relación beneficio costo concluyo que el T1 con 1.87 es el mejor en cuanto a rentabilidad, mientras que el T0 con 1.37 fue el de menor.

Los resultados señalan que la incorporación del probiótico incorporado en el alimento mejora notablemente la tasa de crecimiento, la supervivencia y la rentabilidad de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*).

## ABSTRACT

This study evaluated the effect of a probiotic stimulating growth rate of tilapia fry (*Oreochromis sp.*), for a period of 45 days. The research was conducted in the laboratorio de Nutrición y Alimentación del Programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño.

540 red tilapia fingerlings were used with an average initial weight of 0.18 g and a length of 1.71 cm. Distributed 4 treatments were evaluated as follows: T0 = 45% commercial feed protein; T1 = 0.05 L probiotic / 1 kg of commercial feed; T2 = 0.10 L probiotic / 1 kg of commercial feed; T3 = 0.15 L probiotic / 1 kg of commercial feed.

Experimental design was completely randomized double sub sampling (DCA). The variables studied were weight gain; simple growth rate; increase in length; percent survival and cost analysis.

Analysis of variance indicated significant differences ( $P < 0.05$ ) in weight gain and variable length which was evident in T3 with 7.02 g. and 7.99 cm respectively. The highest survival rate was 87.40% for T1; while the lowest was reported in T0: 61.48%. Feed conversion apparent not report significant differences with values ranging between 0.51 and 0.70. The cost benefit analysis concluded that the T1 with 1.87 is the best in terms of profitability, while T0 with 1.37 was the lowest.

The results show that incorporation of probiotic incorporated into the food greatly improves the rate of growth, survival and profitability of fingerlings of red tilapia (*Oreochromis sp.*).

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>	
1.	INTRODUCCIÓN	19
2.	OBJETIVOS	23
2.1	OBJETIVO GENERAL	23
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3.	MARCO TEÓRICO	24
3.1	BIOLOGÍA DE LA TILAPIA ROJA	24
3.1.1	Clasificación taxonómica de la tilapia roja	24
3.1.2	Generalidades de la especie	24
3.1.3	Hábitos alimenticios	25
3.1.4	Flora intestinal de los organismos acuáticos	26
3.1.5	Fases productivas de la tilapia	27
3.1.5.1	Fase larval	27
3.1.5.2	Fase de alevinaje	27
3.1.6	Parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de tilapia	27
3.2	PROBIÓTICOS	29
3.2.1	Característica de los probióticos como suplemento alimenticio	30
3.2.2	Beneficio de los probióticos como suplemento alimenticio	31
3.2.3	Colonización y adhesión	31
3.2.3.1	Colonización	31
3.2.3.2	Adhesión	32
3.2.4	Uso de probióticos en acuicultura	33
3.3	ANTECEDENTES DEL USO DE PROBIÓTICOS EN ACUACULTURA	33
3.3.1	Estudios sobre probióticos incorporados en el agua de cultivo	34
3.3.2	Estudios sobre la adherencia de microorganismos probióticos a diferentes tiempos de administración	36
3.3.3	Antecedentes del probiótico (Lymnozyme)	37
3.4	LIMITACIONES QUE PRESENTA EL ESTUDIO EN PROBIÓTICOS DESTINADOS PARA ACUICULTURA	38
3.5	INFLUENCIA DEL TIEMPO DE ADMINISTRACIÓN SOBRE EL EFECTO DEL PROBIÓTICO	40
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	43
4.1	LOCALIZACIÓN	43
4.2	INSTALACIONES	43
4.3	MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS	44
4.4	MATERIAL BIOLÓGICO	45
4.5	PERIODO DE ESTUDIO	45
4.6	PLAN DE MANEJO	45

4.6.1	Adecuación de laboratorio	45
4.6.2	Periodo de prueba de los acuarios	46
4.6.3	Transporte de alevinos	46
4.6.4	Recepción y aclimatación de los animales	46
4.6.5	Siembra de alevinos	47
4.6.6	Adaptación al concentrado comercial	47
4.7	PRUEBAS BIOQUÍMICAS SIMPLES APLICADAS AL PROBIÓTICO	47
4.7.1	Catalasa	47
4.7.2	Tinción de Gram	48
4.8	CONTEO DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS	48
4.9	USO DEL PROBIÓTICO COMERCIAL	51
4.10	ACTIVACIÓN DEL PROBIÓTICO A SUMINISTRAR	51
4.10.1	Activación	51
4.10.1.1	Desinfección	52
4.10.1.2	Obtención de 1 litro de probiótico	52
4.10.1.3	Incorporación del probiótico al alimento	52
4.11	ALIMENTACIÓN DE LOS ALEVINOS	53
4.12	MUESTREOS	54
4.13	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	54
4.13.1	Tratamientos	55
4.13.2	Formulación de hipótesis	55
4.13.3	Variarles a evaluar	56
4.13.3.1	Conversión alimenticia aparente	56
4.13.3.2	Porcentaje de supervivencia	56
4.13.3.3	Incremento de peso semanal	56
4.13.3.4	Incremento de longitud semanal	57
4.13.3.5	Tasa de crecimiento simple	57
4.13.3.6	Análisis de relación beneficio-costo	57
5.	RESULTADOS	58
5.1	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	58
5.1.1	Peso inicial de siembra	58
5.1.2	Incremento de peso semanal	58
5.1.3	Tasa de crecimiento simple para peso (TCSP)	59
5.1.4	Longitud inicial de siembra	60
5.1.5	Incremento de longitud semanal	60
5.1.6	Tasa de crecimiento simple para longitud (TCSL)	61
5.1.7	Supervivencia	62
5.1.8	suministro de alimento	63
5.1.9	Conversión alimenticia aparente	64
5.1.10	Parámetros físico-químicos del agua	65
5.1.10.1	Oxígeno disuelto	66
5.1.10.2	Potencial de hidrógeno	66

5.1.10.3	Temperatura	67
5.1.11	Relación beneficio-costo	68
5.1.12	Tinción de Gram	70
5.1.13	Conteo de Unidades Formadoras De Colonia (UFC)	71
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	73
6.1	INCREMENTO DE PESO SEMANAL	73
6.2	TASA DE CRECIMIENTO SIMPLE PARA PESO (TCSP)	75
6.3	INCREMENTO DE LONGITUD	75
6.4	SUPERVIVENCIA	76
6.5	SUMINISTRO DE ALIMENTO	77
6.6	CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE	77
6.7	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA	78
6.7.1	Oxígeno disuelto	78
6.7.2	Potencial de hidrogeno (pH)	78
6.7.3	Temperatura	78
6.8	RELACIÓN BENEFICIO – COSTO	79
6.9	Conteo de Unidades Formadoras de Colonia	80
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
7.1	CONCLUSIONES	81
7.2	RECOMENDACIONES	82
8	BIBLIOGRAFÍA	83
	ANEXOS	91

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Parámetros físico-químicos óptimos del agua para el cultivo de tilapia	28
Tabla 2. Adherencia de microorganismos probióticos en el intestino posterior a su administración en la dieta	34
Tabla 3. Efecto de los probióticos suministrados en el agua de cultivo	35
Tabla 4. Adherencia de microorganismos probióticos a diferentes tiempos de administración	36
Tabla 5. Incremento Peso promedio final (g) por tratamiento	59
Tabla 6. Incremento Longitud promedio (cm) final por tratamiento	61
Tabla 7. Porcentaje de supervivencia en los tratamientos durante la investigación	62
Tabla 8. Suministro de alimento y conversión alimenticia aparente	63
Tabla 9. Promedio parámetros físico-químicos	65
Tabla 10. Costos parciales de la investigación	68
Tabla 11. Relación beneficio-coste	70
Tabla 12. Conteo de UFC/ml muestras probiótico	71

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Universidad de Nariño, Pasto-Nariño	43
Figura 2. Laboratorio nutrición y alimentación acuícola	46
Figura 3. Recepción y aclimatación de los animales	47
Figura 4. Prueba de catalasa Positivo	48
Figura 5. Esquema de diluciones para conteo de UFC	49
Figura 6. Cultivo de bacterias probiótico activado	50
Figura 7. Cultivo de bacterias probiótico no activado	50
Figura 8. Probiótico comercial	51
Figura 9. Obtención de probiótico e incubación	52
Figura 10. Incorporación del probiótico al alimento	53
Figura 11. Muestreo de alevinos	54
Figura 12. Incremento de peso (g) promedio semanal	59
Figura 13. Tasa de crecimiento simple para peso (g/día)	60
Figura 14. Incremento Promedio de longitud (cm) semanal	61
Figura 15. Tasa de crecimiento simple para longitud (cm/día)	62
Figura 16. Supervivencia de los animales en los diferentes tratamientos	63
Figura 17. suministro total de alimento (Kg) por tratamiento	64
Figura 18. Conversión alimenticia aparente	65
Figura 19. Curva oxígeno disuelto	66
Figura 20. Comportamiento diario de pH	67
Figura 21. Curva de temperatura promedio diaria	68
Figura 22. Porcentaje de costos en la investigación	69
Figura 23. Relación beneficio-costos	70
Figura 24. probiótico activado 100 X	71

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Muestreo de peso y longitud de cada tratamiento	92
Anexo B. Peso y longitud promedio inicial de siembra	99
Anexo C. Análisis de varianza para tasa de crecimiento simple peso Inicial	100
Anexo D. Incremento de peso semanal	101
Anexo E. Análisis de varianza para la tasa de crecimiento simple peso	102
Anexo F. Pruebas de múltiple rangos para TCSP por tratamiento	103
Anexo G. Análisis de varianza para la tasa de crecimiento simple longitud inicial	104
Anexo H. Incremento de longitud semanal	105
Anexo I. Análisis de varianza para tasa de crecimiento simple longitud	106
Anexo J. Pruebas de múltiple rango para TCSL por tratamiento	107
Anexo K. Supervivencia prueba de Brand-Snedecor	108
Anexo L. Cálculo de biomasa y consume de alimento semanal	109
Anexo M. Conversión alimenticia aparente	110
Anexo N. Temperatura promedio durante el proyecto	111
Anexo O. Datos de pH durante el proyecto	113
Anexo P. Datos de oxígeno disuelto durante el proyecto	115
Anexo Q. Análisis de varianza para oxígeno disuelto 8am, 12m, 6pm	117
Anexo R. Análisis de varianza para pH 8am, 12, 6pm	118
Anexo S. Análisis de varianza para temperatura 8am, 12m, 6pm	119
Anexo T. Cálculo de Unidades Formadoras de Colonia	120

## GLOSARIO

**ACUICULTURA:** Abarca todas las actividades dirigidas a la producción y comercialización de organismos acuáticos como peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas.

**ADHERENCIA:** Proceso de unión de bacterias a células u otras superficies, previo a la proliferación.

**AD LIBITUM:** Expresión del latín que significa a saciedad, denota el libre acceso de un animal al alimento donde el consumo está regulado según sus necesidades biológicas.

**ALEVINO:** Cría de pez que incluye la fase comprendida entre la larva y el juvenil.

**ANTIBIÓTICOS:** Son las drogas de origen natural o sintético que tienen la capacidad de matar o inhibir el crecimiento de microorganismos.

**COLONIZACIÓN:** Capacidad de las bacterias para establecerse y multiplicarse en la piel y/o mucosas del huésped en cantidades suficientes que permitan mantener un cierto número poblacional; sin que su presencia determine respuestas clínicas ni inmunológicas.

**CONCENTRADO EXTRUDIZADO:** Alimento elaborado mediante un proceso de extrusión, una forma de cocción rápida, continua y homogénea. Mediante este proceso mecánico de inducción de energía térmica y mecánica, se aplica al alimento procesado alta presión y temperatura durante un breve espacio de tiempo. Como resultado, se producen una serie de cambios en la forma, estructura y composición del producto.

**DOSIS PROBIÓTICA:** Concentración de microorganismos probióticos (en número de células/ml probiótico) que está disponible para el organismo acuático.

**GANANCIA DE PESO:** Se refiere a la ganancia de peso obtenido por un individuo en un determinado periodo de tiempo.

**HOSPEDERO:** Organismo que alberga a otro en su interior o lo porta sobre sí.

**MICROBIOTA:** Se refiere a la comunidad de microorganismos vivos residentes en el intestino.

**PATÓGENO:** Todo agente que puede producir enfermedad o daño en la biología de un hospedero (humano, animal o vegetal) sensiblemente predispuesto.

**PREBIÓTICO:** Son ingredientes alimenticios no digeribles que afectan benéficamente al hospedero mediante la estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de una o un grupo de bacterias en el intestino, mejorando así la salud del organismo hospedero.

**PROBIÓTICO:** Microorganismos vivos, que al ser administrados en dosis adecuadas confieren beneficios en la salud del hospedero.

**PROMOTOR:** Factor que promueve o induce un efecto particular.

**UNIDADES FORMADORAS DE COLONIA:** Expresión del número viable de bacterias por muestra.

**VIABILIDAD:** Capacidad de la bacteria de dividirse y formar una colonia en medio de cultivo, expresada como UFC.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el mundo durante la última década, la producción de alimentos procedentes de la acuicultura de aguas marinas y continentales ha crecido significativamente a una tasa del 9.2% anual, comparada con solo el 1.4% de las capturas pesqueras y el 2.8% de los sistemas de producción de carne procedente de animales terrestres. La Tilapia constituye el segundo grupo más importante de peces cultivados en el mundo; ascendiendo al octavo puesto de popularidad entre peces y mariscos en los Estados Unidos<sup>1</sup>.

Según Usgame et al<sup>2</sup>, en Colombia la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) es catalogada como una de las especies más representativas e importantes en el sector acuícola y se cultiva especialmente en los departamentos de Huila, Tolima, Antioquia, Santander, Meta y Valle del Cauca, “aportando aproximadamente el 58.5 % de la producción nacional, producción que en el año 2011 alcanzó las 48.43 toneladas”<sup>3</sup>

“En respuesta a su alta demanda y con el fin de crecer en los mercados acuícolas, las densidades de cultivo se han incrementado en niveles cada vez mayores”<sup>4</sup>. Rubio et al.<sup>5</sup>; Pedrosa<sup>6</sup> y Escobar et al<sup>7</sup> explican que esta situación genera

---

<sup>1</sup> WU, T., SONG, Z., CAI, L., DING, X., YU, Q. Effects of the dietary supplementation with fructooligosaccharides on the excretion of nitrogen and phosphorus in *Miichthys miiuy*. 2005. p. 1. (citado 20 de abril de 2014). Disponible en internet: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=1389862&blobtype=pdf>

<sup>2</sup> USGAME, D., USGAME, G., y VALVERDE, C. Agenda productiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la tilapia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Proyecto estudio de prospectiva tecnológica de la cadena colombiana de la tilapia. Bogotá-Colombia. 2008.

<sup>3</sup> Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura – AUNAP. Diagnóstico del estado actual de la acuicultura en Colombia. Bogotá. 2011.

<sup>4</sup> FAO. El estado actual de la pesca y la acuicultura. ISBN 978-92-5-306029-0- Roma. 2009.

<sup>5</sup> RUBIO, M., CABRERA, A., SILVEIRA, R., AGUILERA, Y. Variabilidad bacteriana en *Oreochromis sp.* durante las estaciones de lluvia y seca, cultivadas en ambiente dulceacuícola en diferentes regiones de Cuba. En: *Revista electrónica de Veterinaria*. 2010. Vol.11. No 7., p. 1-11.

<sup>6</sup> PEDROSA, V. Lesões anatomopatológicas associadas à ocorrência bacterioses em tilápias (*Oreochromis niloticus*) de diferentes sistemas de cultivo em pernambuco/Brasil. (Tese de mestrado). Universidad Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca, Recife, Brasil. 2009. p. 60

condiciones altamente estresantes predisponiendo a los organismos acuáticos al ataque de bacterias patógenas y/o bacterias oportunistas, las cuales afectan directamente el crecimiento, la sobrevivencia, el desarrollo en general y la calidad final del producto. “Para prevenir (uso profiláctico) y tratar (usos terapéutico) el ataque de dichos agentes nocivos, se utilizan una serie de antibióticos, cuyo uso masivo es indiscriminado ya sea para el tratamiento de enfermedades o para promover el crecimiento, induciendo a la proliferación de bacterias resistentes y causando efectos muchas veces irreversibles en el animal, en el ambiente, en la microbiota gastrointestinal de los organismos e incluso en el hombre, como consecuencia de la acumulación de residuos tóxicos”<sup>8</sup>

“Para los problemas que atraviesa el cultivo de tilapia y que afectan directamente la producción final, se han considerado varias alternativas que permiten optimizar su explotación, una de ellas es la de mejorar la dieta adicionando productos beneficiosos tanto para la salud del pez, como para el hombre, sin producción de efectos residuales, tales como los probióticos.”<sup>9</sup>

De acuerdo con Ringo et al<sup>10</sup> entre los probióticos mayormente utilizados en la acuicultura se encuentran el grupo de bacterias ácido lácticas (BAL), las cuales tienen la capacidad de producir compuestos antibacterianos como bacteriocinas, peróxido de hidrógeno, ácido láctico, ácido butírico y otros ácidos de cadena corta que inhiben o matan a bacterias nocivas como patógenos e influyen positivamente en el estado de salud del individuo. Van y Miller<sup>11</sup>; Carnevali et al<sup>12</sup> y Balcázar et

---

<sup>7</sup> ESCOBAR, L., OLVERA, M., PUERTO, C. Avances sobre la ecología microbiana del tracto digestivo de la tilapia y sus potenciales implicaciones en: VIII SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA. 15-17 noviembre. Monterrey, Nuevo León, México, Universidad Autónoma de Nuevo León. 2006.

<sup>8</sup> HERNÁNDEZ, P. (2005). Responsible use of antibiotics in aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 469. Rome, FAO, 2005. 97 p.

<sup>9</sup> Ibid., p.16.

<sup>10</sup> RINGO, E., LOVMO, L., KRISTIANSEN, M., BAKKEN., SALINAS, I., MYKLEBUST, R., OLSEN, R., y MAYHEW, T. Review: Lactic acid bacteria vs. pathogens in the gastrointestinal tract of fish: a review. *Aquaculture Research*, 2010. Vol. 41. No. 4, p. 451-467.

<sup>11</sup> VAN, M., MILLER, M. *Lactobacillus* Adhesion to Mucus. *Nutrients*. 2001. Vol. 3. No. 5, p. 613-636.

<sup>12</sup> CARNEVALI, O., DE VIVO, L., SULPIZIO, R., GIOACCHINI, G., OLIVOTTO, I., SILVI, S., CRESCI, A. Growth improvement by probiotic in European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*,

al<sup>13</sup> reportan en sus investigaciones que este tipo de bacterias probióticas maximizan sus efectos cuando se adhieren y colonizan el tracto intestinal de los peces, por otro lado Lara <sup>14</sup> explica que de esta manera se prolonga el periodo de contacto del probiótico con el hospedero y con ello sus efectos benéficos en el organismo.

“Dichos efectos se han hecho evidentes después de un determinado tiempo de alimentación con el probiótico, tiempos que han incluido periodos tan cortos como de seis días e incluso de hasta siete meses”<sup>15</sup>. “Sin embargo en la mayor parte de los casos los periodos de alimentación se establecen sin bases sólidas y sin ningún tipo de criterio”<sup>16</sup>. “En este contexto es importante considerar el tiempo durante el cual se suministre el probiótico, debido a que las respuestas que estos microorganismos ejercen en el hospedero, pueden ir en función del tiempo de exposición que estos tengan con el individuo”<sup>17</sup>.

“En Colombia, la utilización de probióticos en acuicultura es relativamente reciente, donde se han desarrollado algunas investigaciones evaluando diferentes tipos de promotores de crecimiento como probióticos y prebióticos, pero no se ha logrado estandarizar una cantidad óptima de estos porque los resultados difieren

---

L.), with particular attention to IGF-1, myostatin and cortisol gene expression. *Aquaculture*, 2006. Vol. 258. No 4, p. 430-438.

<sup>13</sup> BALCÁZAR, J., VENDRELL, D., DE BLAS, I., RUIZ, I., MUZQUIZ, J., GIRONES, O. Characterization of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from intestinal microbiota of fish. *Aquaculture*, 2008. Vol. 278 No. 1-4, p. 188-191.

<sup>14</sup> LARA, M. The use of probiotic in aquaculture: an overview. *International Research Journal of Microbiology*, 2011. Vol. 2. No 12, p. 471-478.

<sup>15</sup> JÖBORN, A., OLSSON, J., WESTERDAHL, A., CONWAY, P., KJELLEBERG, S. Colonization in the fish intestinal tract and production of inhibitory substances in intestinal mucus and faecal extracts by *Carnobacterium* sp. strain K1. *Journal of Fish Diseases*. 1997. Vol. 20. No. 5, p. 383-392.

<sup>16</sup> QI, Z., ZHANG, X., BOON, N., BOSSIER, P. Probiotics in aquaculture of China - Current state, problems and prospect. *Aquaculture*, 2009 Vol. 1. No. 2, p.15-21.

<sup>17</sup> SHARIFUZZAMAN, S., AUSTIN, B. (2009). Influence of probiotic feeding duration on disease resistance and immune parameters in rainbow trout. *Fish & Shellfish Immunology*, Vol. 27 No.3. p.440-445.

de un lugar a otro, dependiendo de las características fisicoquímicas del agua, método de alimentación, sistema de cultivo y calidad de la semilla”<sup>18</sup>.

En la investigación se propuso evaluar el efecto de un probiótico comercial para mejorar las variables, tasa de crecimiento simple de peso y longitud; supervivencia; conversión alimenticia aparente y análisis parcial de costos de alevinos de Tilapia roja bajo condiciones de laboratorio.

---

<sup>18</sup> GULLIAN, M. Estudio del efecto inmunoestimulante de bacterias probióticas asociadas al cultivo de (*Penaeus vannamei*.) Trabajo de grado. (Magíster en ciencias). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de ingeniería marítima y ciencias del mar. [on line]. Ecuador: CENAIM, 2001. (Citado 3 de septiembre del 2014). Disponible en Internet: <http://www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/maestria/2001/gullian.pdf>. p. 10

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVOS GENERAL.**

Evaluar el efecto de un estimulante de crecimiento tipo probiótico en la fase de alevinaje de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) bajo condiciones de laboratorio.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Comparar la tasa de crecimiento simple de los alevinos de tilapia roja.
- Determinar el porcentaje de supervivencia de los alevinos de tilapia roja en cada uno de los tratamientos.
- Calcular el suministro de alimento y la conversión alimenticia aparente de cada uno de los tratamientos.
- Realizar un análisis parcial de costos de cada uno de los tratamientos.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 BIOLOGÍA DE LA TILAPIA ROJA

**3.1.1 Clasificación Taxonómica.** Según Trewavas.<sup>19</sup>, la clasificación taxonómica de la Tilapia Roja es:

REINO:	Animalia
PHYLUM:	Cordata
SUBPHYLUM:	Vertebrata
CLASE:	Teleostomi
SUPERCLASE:	Actinopterygii
ORDEN:	Perciformes
SUBORDEN:	Percoidei
FAMILIA:	Cichlidae
GENERO:	Oreochromis
ESPECIE:	<i>Oreochromis sp.</i>
NOMBRE COMÚN:	Tilapia roja, mojarra roja, pargo de agua dulce

**3.1.2 Generalidades de la Especie.** Quiñonez<sup>20</sup> afirma que:

Las tilapias son miembros de la familia Cichlidae, nativa de los ríos y lagos de África y Madagascar que se distribuyeron en forma natural al medio oriente y hacia los años de 1950 a 1970 al resto del mundo tanto en zonas tropicales como subtropicales, conquistando todo tipo de mercados a nivel mundial. Este tipo de peces, se adaptan a diversos hábitats, que incluyen aguas cálidas, dulces, salobres o salinas como también a cuerpos de agua de poca corriente (lénticos) donde permanecen en las zonas poco profundas y cercanas a las orillas.

Entre las especies de tilapia más cultivadas se encuentra la tilapia roja *Oreochromis sp.* producto del cruce de cuatro especies; *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis*

---

<sup>19</sup> TREWAVAS, E. A review of the tilapine fish of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis*, and *Danakilia*. Bull. Bri. Mus. (NAT. Hist.) Zool. 1983.

<sup>20</sup> QUIÑÓNEZ, D. Efecto de bacterias ácido lácticas y levaduras con potencial probiótico en el cultivo de las tilapias *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp.* (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Acuacultura, Guasave, Sinaloa, México. 2008. 57p.

*niloticus*, *Oreochromis hornorum* y *Oreochromis aureus*. Este cruce tetrahíbrido permitió la obtención de un pez cuya coloración puede ir desde rojiza hasta albina e incluso con manchas negras.<sup>21</sup>

Trevas citado por Hurtado<sup>22</sup> manifiesta que todas las especies de tilapia son conocidas por su madurez temprana. Las especies de tilapia más comunes, *Oreochromis sp*, alcanzan su madurez sexual entre los 30-40 g en condiciones ambientales favorables, desovan en múltiples ocasiones y realizan de 8-12 puestas en un año con un promedio de ovas que va entre 200 y 2000. Después de la fertilización, uno o ambos padres vigilan cuidadosamente los embriones en desarrollo hasta que eclosionan y las larvas alcanzan el estadio de natación libre.

**3.1.3 Hábitos Alimenticios.** Las tilapias son peces provistos de branqui-espinas con los cuales pueden filtrar el agua para obtener su alimentación consistiendo en algas y otros organismos acuáticos microscópicos. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos, luego son transportados al estómago donde se realiza una digestión enzimática lo que posteriormente ayuda en el proceso de absorción en el intestino<sup>23</sup>. Estos animales se caracterizan por su amplia variedad de consumo de alimentos, de ahí que su sistema digestivo presenta algunas modificaciones según el ambiente en el que se encuentran.

Bardach<sup>24</sup> sustenta que las tilapias son generalmente herbívoras, aunque aceptan todo tipo de alimentos naturales como macrofitas o plancton; se adaptan al alimento artificial y son considerados omnívoros.

---

<sup>22</sup> HURTADO, N. Inversión sexual en tilapias. Ingenieros Consultores. Lima, Perú. 2005. p. 4. (citado el 1 de octubre de 2013). Disponible en internet URL: [http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh\\_invsextilapia.pdf](http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh_invsextilapia.pdf).

<sup>23</sup> SAAVEDRA, M. A.- Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Mayo, 2003. p.35.

<sup>24</sup> BARDACH, J.; RYTHYER, J. MCLARNEY, W. Acuicultura, crianza y cultivo de organismos marinos de agua dulce. AGT Editor, S.A. México D.F. 1990. p.288.

### 3.1.4 Flora intestinal en los organismos acuáticos.

Cachill citado por Arciniegas<sup>25</sup>, menciona que:

El tracto gastro intestinal de peces dulce acuícolas y marinos, se caracteriza por ser un nicho ecológico favorable para el desarrollo de una gran cantidad de microorganismos donde la población de bacterias benéficas y patógenas observadas en el intestino de los animales es normalmente más abundante comparada con la que se encuentra en el medio ambiente que los rodea. Sin embargo los microorganismos del medio ambiente y sus variaciones estacionales influyen de manera determinante en los géneros y las especies que se pueden encontrar en la micro flora de los animales.

Isolauri citado por Arciniegas<sup>26</sup>, sostiene que:

Durante toda la vida esta flora intestinal presenta funciones metabólicas, tróficas y protectoras. La función metabólica tiene como finalidad ayudar a los procesos de digestión y absorción de nutrientes para proporcionar energía al organismo, mientras que la función trófica fomenta el crecimiento y la diferenciación celular, además de estimular el sistema inmune del organismo. Su función protectora se desarrolla desde el nacimiento, actúa como la primera línea de defensa contra microorganismos patógenos, creando un efecto barrera.

Ringo y Olsen,<sup>27</sup> aseguran que:

El tracto gastro intestinal de la tilapia es un órgano complejo multifuncional que absorbe y regula de manera endocrina la digestión de metabolitos. Además mantiene el balance de electrolitos del agua, e interviene en el proceso inmunológico del organismo, se divide en intestino anterior, medio y posterior y cada una de estas regiones son fundamentalmente diferentes. Se caracteriza por

---

<sup>25</sup> ARCINIEGAS, O. Determinación del efecto de la pasta de ajo (*allium sativum*) y un bacilo gram positivo (*bacillus amyloliquefaciens*), en un alimento comercial, sobre el crecimiento y supervivencia de postlarvas de tilapia roja (*oreochromis sp*; trewavas 1983). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Ingenieria en Produccion Acuicola. Pasto. Colombia. 2014. p. 32.

<sup>26</sup> Ibid.,p.32

<sup>27</sup> RINGO, E., OLSEN, R. Electron microscopy of the intestinal microflora of fish. *Aquaculture*, 2003. p.227.

ser largo y delgado, típico de los peces herbívoros y omnívoros este presenta un pH entre 7,5 y 9,0. La longitud de este órgano en los adultos es de cinco a seis veces el largo total de su cuerpo

### **3.1.5 Fases productivas de la Tilapia.**

**3.1.5.1 Fase larval.** Según Lim y Webster<sup>28</sup> es la etapa el desarrollo subsecuente al embrión y a la eclosión, dura alrededor de 3 a 5 días; en esta fase, la larva, se caracteriza porque presenta un tamaño de 0.5 a 1 cm y posee un saco vitelino en el vientre que es de donde se alimenta los primeros días de nacido. Posterior a ello los peces ya han reabsorbido el saco vitelino y comienzan a aceptar alimento balanceado.

**3.1.5.2 Fase de Alevinaje.** Esta etapa se realiza en estanques con áreas entre 350 y 800 m<sup>2</sup>, con densidad de 100 a 150 peces por m<sup>2</sup>, con un porcentaje de recambio de agua del 10 al 15% día y con aireación permanente, mientras que para esta misma fase pero sin aireación, se recomienda densidades de 50 a 60 peces por m<sup>2</sup> y son alimentados con balanceado comercial con 45% de proteína, a razón de 10 a 12% de la biomasa distribuido en 4 comidas al día.<sup>29</sup>

**3.1.6 Parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de tilapia.** En las prácticas acuícolas, el agua debe cumplir con ciertas características físico-químicas que permitan el correcto crecimiento y desarrollo del pez, de ahí la importancia de llevar a cabo un seguimiento de la calidad del agua. Dentro de todas las fases productivas el buen manejo de la calidad del agua conlleva a un óptimo desarrollo acuícola, destacándose dentro de estos los descritos por Cantor<sup>30</sup>:

- pH: Valores por encima o debajo del rango óptimo para tilapia (6.5-9), causan cambios en el comportamiento, como letargia, inapetencia, retardos en el crecimiento y en la reproducción.

---

<sup>28</sup> LIM, C. WEBSTER, C. Tilapia, Biology, culture and nutrition. New Cork, Unites States: Food Products Press, 2006, p.3.

<sup>29</sup> HURTADO, N. Op. Cit., p.14.

<sup>30</sup> CANTOR, F. Cultivo de tilapia, manual de cultivo. (citado el 27 de noviembre de 2013). Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/26642997/Curso-de-Cultivo-de-Tilapia>

- **Temperatura:** El rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias fluctúa entre 24 °C y 32 °C, aunque este rango puede tener una variación de 5 °C por debajo del rango óptimo. Sin embargo cuando la temperatura es menor a 15 °C los peces dejan de comer y tienen tasas de sobrevivencia muy baja.

- **Amonio:** Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 ppm a 0.1 ppm. Una concentración alta de amonio en el agua causa bloqueo del metabolismo, daño en las branquias, afecta el balance de sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a las enfermedades.

- **Oxígeno disuelto:** Para mantener un cultivo exitoso de tilapia, los valores de oxígeno disuelto deberían estar por encima de los 4 mg/L, valores menores al indicado, reducen el crecimiento e incrementa la mortalidad. En la Tabla 1 se describen los rangos óptimos establecidos para el cultivo de tilapia.

**Tabla 1. Parámetros Físico-Químicos óptimos del agua para el cultivo de tilapia**

<b>Parámetro</b>	<b>Rangos Óptimos</b>
pH	6.5-9
Temperatura (°C)	24-32
Amonio (ppm)	0.01-0.1
Oxígeno Disuelto (ppm)	> 4.0
Dureza (ppm)	50 – 350
Nitritos (ppm)	< 0.1
Alcalinidad (ppm)	20
Fosfatos (ppm)	0.6 – 1.5
Cloruros (ppm)	< 10

Fuente: CASTILLO, MAYA 2008

### 3.2 PROBIÓTICOS.

Verschuere<sup>31</sup> define el término probiótico como un suplemento de microorganismos vivos, que tiene un efecto benéfico sobre la especie acuícola que lo recibe, al modificar la absorción de la comunidad microbiana con el hospedador y/o el medio ambiente acuático, asegurando un mejor aprovechamiento del alimento al incrementar su valor nutricional, mejorar la respuesta contra enfermedades y la calidad del agua del cultivo.

Aguirre<sup>32</sup> menciona que el uso del término probiótico data del año 1974 cuando Parker definió el término como “organismos y sustancias que contribuyen al equilibrio microbiano intestinal”. Actualmente se suprime el uso del término general sustancias porque estas también incluyen a los antibióticos por este motivo la definición reciente más acertada es: “suplemento alimenticio microbiano vivo cuyo beneficio en el huésped es mejorar su equilibrio intestinal”.

Havenaar y Huis In't Veld, citados por Pérez<sup>33</sup> complementan este concepto haciendo hincapié en la presencia de microorganismos viables en número suficiente para provocar los efectos beneficiosos sobre la salud, a través de una alteración positiva de la microflora por colonización del intestino. Los componentes importantes de esta definición reflejan la necesidad de utilizar microorganismos vivos y aplicarlos al hospedador como un suplemento alimenticio.

---

<sup>31</sup> VERSCHUERE, L.; ROMBAUT, G.; SORGRLOOS, P. VERSTRAETE, W. probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiology and molecular biology. Reviews. Vol. 64. No 4. 2000. p. 653.

<sup>32</sup> AGUIRRE G. Aplicación de probióticos en la acuicultura. Memorias del primer simposium internacional de nutrición acuícola. Universidad de Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. 11 al 13 de noviembre de 1992. (citado el 2 de octubre de 2013) Disponible en internet <http://fmvz.uat.edu.mx/investigacion/alfabetico/probioti.pdf>. p.332-337.

<sup>33</sup> PÉREZ, R. Efecto de la inclusión de probióticos y prebióticos en dietas para la fase de alevinaje de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Trabajo de grado (Zootecnista). Santa Fe de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2004. p. 29.

Piñeros citado por Coral y Toro<sup>34</sup> afirma que entre los promotores de crecimiento más utilizados se encuentran los probióticos. Rodríguez<sup>35</sup> por su parte expresa que los microorganismos utilizados como probióticos en la alimentación son cepas bacterianas pertenecientes a diferentes géneros como *Láctobacilos*, *Entérococcus*, *Pédiococcus* y *Bácillos* como también algunos hongos microscópicos como la levadura de tipo *Saccharomyces*.

**3.2.1 Característica de los probióticos como suplemento alimenticio.** Miranda y Orozco citados por Pereira y Rosero<sup>36</sup> coinciden en afirmar que la característica principal de un probiótico es deprimir la flora nociva mediante los productos resultantes de su metabolismo e inducir el incremento de flora benéfica.

Para Salazar y Montoya<sup>37</sup> las cepas de microorganismos probióticos deben presentar y mantener unas características que garanticen su crecimiento y supervivencia en el alimento que lo contiene o al que se adiciona; entre esas características están: viabilidad durante el proceso y almacenamiento del alimento (capacidad que tienen estos microorganismos de permanecer vivos tanto en el alimento como en el intestino del consumidor durante un tiempo determinado), estabilidad frente a ácidos gástricos y biliares (resistir las concentraciones de ácido y sales biliares del estómago o intestino delgado del consumidor), adherencia a la mucosa intestinal (los microorganismos del probiótico deben colonizar el ecosistema del tracto intestinal fijándose al epitelio del mismo, esto se logra gracias a un flujo lento del probiótico a través del tracto, y producción de sustancias antimicrobianas (cuando estos microorganismos metabolizan

---

<sup>34</sup> CORAL, J., TORO, N. Efecto del 17  $\beta$ -estradiol como estimulante en el crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante la fase de alevinaje. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa Zootecnia. 1998. p. 17.

<sup>35</sup> RODRIGUEZ, N. evaluación del crecimiento de juveniles de "chivo cabezón" *Ariopsis bonillai* (Miles, 1945) utilizando dos probióticos comerciales bajo condiciones de laboratorio. Universidad de ciencias aplicadas y ambientales. Facultad de ciencias agropecuarias. Santa fe de Bogotá. 2005. p.31.

<sup>36</sup> PEREIRA, R., ROSERO. A. Efecto del *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 4356) y la levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae* como probióticos en la alimentación de pavos durante la fase de cría. Tesis. Zootecnia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Pasto. Colombia. 1998. p. 7.

<sup>37</sup> SALAZAR, B., MONTOYA, O. importancia de los probióticos y prebióticos. En: Vital, revista de la facultad de química farmacéutica. Vol. 10, No. 2. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. 2001. p. 20-26.

carbohidratos y sintetizan compuestos como: ácido láctico, fórmico, acético entre otros).

**3.2.2 Beneficio de los probióticos como suplemento alimenticio.** Los probióticos fomentan el equilibrio natural de la flora intestinal en los animales produciendo importantes mejoras en los procesos digestivos, reducen las concentraciones de microorganismos patógenos y su producción de toxinas perjudiciales para los animales, además estimulan el sistema inmunológico del huésped, mejorando su resistencia a enfermedades y permitiendo un crecimiento acelerado y de mejor calidad<sup>38</sup>.

**3.2.3 Colonización y adhesión.** La colonización y adhesión son los principales procesos para que los organismos probióticos puedan ejercer su efecto benéfico en el tracto gastrointestinal de las especies hidrobiológicas de cultivo.<sup>39</sup>

**3.2.3.1 Colonización.** Tal como lo define Fuller citado por Gullian<sup>40</sup>, la colonización es el proceso por el cual los microorganismos ingresan en el huésped y se mantienen viables, siendo aquellos de rápido crecimiento los que presentan mayor habilidad de penetración. La sobrevivencia del probiótico dentro del huésped no solo depende de su viabilidad y adaptación a las condiciones del órgano colonizado, sino que en muchos casos, los microorganismos deben resistir los mecanismos antibacteriales, enzimáticos y mecánicos que dificultan la llegada al órgano destino. Vaseeharan y Ramasamy<sup>41</sup> mencionan que la verdadera

---

<sup>38</sup> LEOVIZ, D. Beneficios de los probióticos. (citado el 2 de octubre de 2013) Disponible en internet: [http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion\\_acuicola/IV/archivos/27gates.pdf](http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/27gates.pdf).

<sup>39</sup> TOVAR, D; ZAMBONINO, J; CAHU, C; GATESOUBE, F; VÁZQUEZ-JUÁREZ, R. Efecto de la administración de levaduras en el proceso de maduración del tracto digestivo de peces. En: Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Mérida, Yucatán. México. 2000, p. 34.

<sup>40</sup> GULLIAN, M. Estudio del efecto inmunoestimulante de bacterias probióticas asociadas al cultivo de *Penaeus Vannamei*. Trabajo de grado. (Magíster en Ciencias). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. [on line]. Ecuador: CENAIM, 2001. p. 3. (Citado 25 de julio de 2014). Disponible en internet: <http://www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/maestria/2001/gullian.pdf>.

<sup>41</sup> VASEEHARAN, B; RAMASAMY, P. Control of pathogenic *Vibrio spp.* by *Bacillus subtilis* BT23, a possible probiotic treatment for black tiger shrimp *Penaeus monodon*. [on line]. India: The Society for Applied Microbiology, 2002. p. 83. (citado el 25 de julio de 2014). Disponible en internet: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1046/j.1472-765X.2003.01255.x>

colonización ocurre cuando la cepa es detectada por largo tiempo en el intestino del huésped y forma parte del ecosistema del tracto intestinal.

Según Gullian<sup>42</sup>:

La capacidad de adherirse a las células colonizadas y multiplicarse es un aspecto importante a considerar. De esta manera el probiótico logra el efecto antagónico, por permanecer dentro del huésped y formar parte de su microflora. Conocer el tiempo de adherencia, es básico en el establecimiento de frecuencias de administración del inóculo bacteriano en los sistemas de cultivo. Así, aquellas bacterias que se adhieren a las células hospederas, pueden administrarse a intervalos más prolongados que aquellas que no se adhieren, las cuales deben ser suministradas de manera continua.

Gullian<sup>43</sup> sugiere que la alimentación con pelletizado comercial puede alterar paulatinamente la anatomía digestiva, lo que llevaría a un mejor acceso de bacterias en la colonización del intestino o de otra superficie tisular.

**3.2.3.2 Adhesión.** “La mucosa que cubre las células intestinales, es la superficie de contacto inicial para los microorganismos ingeridos. Es considerada un importante sitio para la adhesión y colonización bacteriana”<sup>44</sup>. Vázquez et al citados por Tovar et al<sup>45</sup> demostraron que las levaduras tienen un gran potencial para adherirse a la mucosa intestinal de peces, gracias a la producción de adhesinas específicas.

**3.2.4 Uso de probióticos en acuicultura.** “Una alternativa que se ha encontrado en los probióticos, es el control de microorganismos patógenos debido a que los organismos acuáticos constantemente los están ingiriendo del medio y que por su

---

<sup>42</sup> GULLIAN, Op. cit., p. 5.

<sup>43</sup> *Ibíd.*, p. 33.

<sup>44</sup> VINE, G; LEUKES, D; KAISER, H; BAXTER, J HECHT, T. Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. [on line]. South Africa: Blackwell Publishing, 2004. p. 320. (citado el 25 de julio de 2014). Disponible en internet: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2761.2004.00542.x>

<sup>45</sup> TOVAR et al, Op. cit., p. 43.

alta concentración dentro del ecosistema influyen en su estado de salud y crecimiento”<sup>46</sup>.

Balcazar<sup>47</sup> sostiene que las investigaciones se están orientando hacia las relaciones presentes entre la microflora intestinal con el medio acuático y/o la dieta que se suministra, por lo que resulta favorable el empleo de probióticos para contribuir al establecimiento temprano de una flora benéfica en el intestino del huésped que actúa como una barrera frente a enfermedades e incentivan el crecimiento asegurando las bajas mortalidades en las primeras etapas de vida de los animales.

El uso de probióticos busca bacterias benéficas que sean residentes normales de la micro flora de los organismos acuáticos con lo que se espera asegurar la permanencia de estas cepas en las diferentes superficies mucosas del huésped constituyendo una barrera de protección en la piel, branquias y tracto gastro intestinal<sup>48</sup>.

### **3.3 ANTECEDENTES DEL USO DE PROBIÓTICOS EN ACUACULTURA.**

Rinkinen et al. Citado por Betancourt<sup>49</sup>, Consideran que un microorganismo probiótico puede ejercer sus efectos benéficos en la salud del organismo cuando éste se adhiere y coloniza el intestino debido a que de esta manera el probiótico puede persistir durante más tiempo en tracto intestinal y por tanto tener una mayor posibilidad de que sus beneficios se prolonguen. En la tabla 2 se describen algunos estudios en los cuales se demostró la adherencia del microorganismo probiótico al intestino

---

<sup>46</sup> VERSCHUER, L Op cit., p. 656.

<sup>47</sup> BALCAZAR, J. L. Op cit., p. 878.

<sup>48</sup> GATESOUBE, F. Uso de probióticos en acuicultura. En: Civera - Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque - Marie, D. y Cruz - Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México. 2000. p. 152.

<sup>49</sup> BETANCOURT, D. Efecto de *Lactobacillus plantarum* lab 9 sobre el crecimiento y sobrevivencia de alevinos y juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) (Trabajo de grado Biología). Pasto. Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Biología. 2013. p.30.

**Tabla 2 Adherencia de microorganismos probióticos en el intestino, posterior a su administración en la dieta.**

Organismo Hospedero	Microorganismo Probiótico	Tiempo de Admin.	Viabilidad en alimento (UFC/g)	Viabilidad en Intestino (UFC/g)	Referencia
Lubina ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	70 días	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup> - 10 <sup>5</sup>	Carnevali et al. (2006)
Robalo-peva ( <i>Centropomus parallelus</i> )	<i>Lactococcus</i> sp. <i>L. plantarum</i>	30 días	10 <sup>8</sup>	1.10 x 10 <sup>5</sup> 1.96 x 10 <sup>4</sup>	Souza et al. (2010)
Salmón Atlántico ( <i>Salmo salar</i> L.)	<i>Carnobacterium divergens</i>	15 semanas	10 <sup>8</sup>	10 <sup>4</sup> - 10 <sup>6</sup>	Kristiansen et al. (2011)
Truca arcoíris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	<i>Pediococcus acidilactici</i>	10 semanas	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>8</sup>	Mucosa ~ 10 <sup>3</sup> Digesta ~ 10 <sup>5</sup>	Merrifield et al. (2011)
Tilapia nilótica ( <i>O. niloticus</i> )	<i>Bacillus toyoi</i> <i>Bacillus subtilis</i>	63 días	4 x 10 <sup>8</sup>	10 <sup>4</sup> - 10 <sup>5</sup>	Nakandakare (2010)
Tilapia nilótica ( <i>O. niloticus</i> )	<i>Pediococcus acidilactici</i>	6 semanas	2.8 x 10 <sup>6</sup>	1.59 x 10 <sup>5</sup>	Standen et al. (2013)

Fuente: Efecto de *lactobacillus plantarum* lab 9 sobre el crecimiento y sobrevivencia de alevinos y juveniles de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

**3.3.1 Estudios sobre probióticos incorporados en el agua de cultivo.** Nayak citado por Betancourt<sup>50</sup>, mencionan que algunos probióticos que se utilizan como aditivos en el agua de cultivo especialmente del género *Bacillus*, no solo generan beneficios en la salud del organismo hospedero, sino que además desempeñan un papel significativo en la descomposición de la materia orgánica, reducción de los niveles de nitrógeno, amonio, nitritos, nitratos y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S),

<sup>50</sup>. Ibid., p. 32

mejorando así la calidad del agua. En la Tabla 3 se detallan algunos reportes sobre el efecto de los probióticos suministrados en el agua de cultivo y los parámetros evaluados: GDP, ganancia diaria de peso; GP, ganancia de peso; PF, peso final; TEC, tasa específica de crecimiento.

**Tabla 3 Efecto de los probióticos suministrados en el agua de cultivo.**

Organismo Hospedero	Microorganismo Probiótico	Tiempo de suministro en agua de cultivo	Viabilidad del probiótico	Efecto positivo	Referencia
Tilapia negra ( <i>O. niloticus</i> )	<i>E. faecium</i>	Cada 4 durante 40 días	$1 \times 10^7$ UFC/mL	GDP, PF	Wang et al. (2008)
Tilapia negra ( <i>O. niloticus</i> )	<i>Bacillus</i> sp.	Cada 15 durante 134 días	$1 \times 10^3$ UFC/mL	GP, TEC	Apún et al. (2009)
Tilapia negra ( <i>O. niloticus</i> )	<i>B. coagulans</i> <i>R. palustris</i>	Cada 2 durante 40 días	$1 \times 10^7$ UFC/mL	PF, GDP, TEC	Zhou et al. (2010)
Tilapia negra ( <i>O. niloticus</i> )	<i>B. subtilis</i>	2 meses	-----	Disminuyó las lesiones generadas por <i>F. columnare</i>	Mohamed y Refatat (2011)
Lenguado japonés ( <i>P. olivaceus</i> )	<i>B. subtilis</i> <i>B. licheniformis</i>	Durante 5 días	$10^4$ UFC/mL	Sobrevivencia y menor concentración de amonio	Cha et al. (2013)
Tilapia mozambique ( <i>O. mossambicus</i> )	BZT® Bio-Aqua	Durante 30 días	-----	Biomasa total, GP, TEC y menor concentración de amonio	Mohamed et al. (2013)

Fuente: Efecto de *Lactobacillus plantarum* lab 9 sobre el crecimiento y sobrevivencia de alevinos y juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* sp.)

**3.3.2 Estudios sobre adherencia de microorganismos probióticos a diferentes tiempos de administración.** Nayak et al citado por Betancourt<sup>51</sup>, consideran que el tiempo de administración del probiótico es uno de los factores importantes que puede determinar el establecimiento, la persistencia y posterior inducción de una respuesta favorable en el organismo). Algunos estudios evidenciaron que al incrementar el periodo de alimentación con el probiótico, la concentración de la bacteria probiótica en el intestino del individuo también aumenta, no obstante en otros reportes se detectaron que la bacteria disminuye o se mantiene con una misma viabilidad conforme se extiende el periodo de alimentación con el probiótico. En la Tabla 4 se detallan estos estudios.

**Tabla 4. Adherencia de microorganismos probióticos a diferentes tiempos de administración.**

Organismo Hospedero	Microorganismo Probiótico	Viabilidad en alimento (UFC/g)	Evaluación de adherencia	Viabilidad en Intestino (UFC/g)	Referencia
Trucha arcoíris ( <i>O. mykiss</i> )	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	$10^{11}$	A los 10, 20 y 30 días	Fue incrementando de $10^5$ a $10^9$	Panigrahi et al. (2005)
	<i>Arthrobacter</i> sp.			NA	
Bacalao atlántico ( <i>Gadus morhua</i> L.)	<i>Enterococcus</i> sp.	$10^7 - 10^9$	A los 8, 28 y 55 días	Día 8 = NA Día 28 = $\sim 10^5$ Día 55 = NA	Lauzon et al. (2010)
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>				
Rohu ( <i>Labeo rohita</i> )	<i>B. subtilis</i>	$10^{11}$	Cada 15 días hasta el día 60	Porcentaje de viabilidad constante desde el día 30 al 60.	Mohapatra et al. (2012)
	<i>Lactococcus lactis</i>				
Pacú ( <i>Piaractus mesopotamic</i> )	<i>B. subtilis</i>	$10^8$	A los 7, 15, 30 y 60 días	Día 7 = $\sim 10^7$ Día 15 = $\sim 10^7$	Vaz (2012)

<sup>51</sup> BETANCOURT. Op. Cit., p. 32

us)

Día 30 = NA

Día 60 = NA

*Bacillus cereus*

Día 7 = 6 x  
10<sup>7</sup>

Día 15 = 1 x  
10<sup>7</sup>

Día 30 = 6 x  
10<sup>7</sup>

Día 60 = NA

---

NA = No se aisló Fuente: Efecto de *Lactobacillus plantarum* lab 9 sobre el crecimiento y sobrevivencia de alevinos y juveniles de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

**3.3.3 Antecedentes del Probiótico (Lymnozyme).** A continuación se describen algunos estudios realizados con el probiótico Lymnozyme.

- **Reducción de la mortalidad de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) infectados con *Streptococcus* en un Sistema de Recirculación.** Este ensayo se realizó en una planta de incubación de tilapia roja en Dakota del Norte, Estados Unidos. El probiótico Lymnozyme se aplicó a 300 animales para controlar la mortalidad debido a la aparición de *Streptococcus*, usando una dosis de 40 ml en 4.000 litros de agua, logrando reducir la mortalidad de 8 a 3 animales por día, eliminando esta bacteria completamente en 4 meses<sup>52</sup>.

- **Evaluación del probiótico lymnozyme como control de la infección efectiva de *Flavobacterium Columnaris* en juveniles de Bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)<sup>53</sup>**

El cultivo de bagre es un componente importante de la industria de la acuicultura Sin embargo, una limitación importante para la industria es la incidencia de las enfermedades bacterianas que causan mortalidades elevadas de peces. Este

---

<sup>52</sup> Keeton Industries, Inc. Why Use Lymnozyme. Wellington USA. 2007. p.8.

<sup>53</sup> ADDO S, DANIELS W. y TERHUNE J. Evaluación del lymnozyme producto probiótico como un control de la infección efectiva de *Columnaris* en juveniles de Bagre de canal. Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University 2013. p.4.

estudio examinó la efectividad de la aplicación del producto probiótico acuático disponible comercialmente (Lymnozyme Industries Inc., Wellington, CO), un concentrado probiótico soluble en agua, para reducir la mortalidad por *Flavobacterium columnaris*.

Este estudio se llevó a cabo durante un período de 21 días en acuarios con aireación y 32 litros de agua a 28°C. Se utilizaron animales sanos de juveniles de bagre de canal con un peso de de 5.9 g (15 peces / acuario; 5 acuarios). Se mantuvieron durante 3 días, alimentados con 5.0g de *lymnozyme* ( $2.0 \times 10^9$  ufc / g). El Control: no recibió lymnozyme; T1: recibió *Lymnozyme* durante 7 días; T2: recibió *Lymnozyme* durante 14 días y T3: recibió *Lymnozyme* durante 21 días. Los peces fueron expuestos a  $9.0 \times 10^5$  cel/ml de la cepa de *F. columnaris* por inmersión en una cubeta que contiene 2.0 litros de agua con aireación durante 30 minutos, posteriormente se regresaron a los acuarios bajo condiciones estáticas por 2 horas. Se suspendió el flujo de agua un día durante 8 horas; la alimentación se realizó con el 3 % del peso corporal cuando se reanudó el flujo de agua.

Los peces de control presentaron una mortalidad media de 80% animales, mientras que T1, T2 Y T3 presentaron mortalidades promedio de 61%, 50% y 44% respectivamente. Hubo diferencias significativas entre el control y todos los tratamientos ( $p < 0,05$ ) pero no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ). Los resultados indicaron que *Lymnozyme* redujo efectivamente las tasas de mortalidad, con efectos más deseables logrados durante períodos de aplicación.

### **3.4 LIMITACIONES QUE PRESENTA EL ESTUDIO EN PROBIÓTICOS DESTINADOS PARA ACUICULTURA.**

“Algunos de los fracasos en la investigación con microorganismos probióticos se atribuyen a factores como: la inadecuada selección de cepas probióticas, a los métodos de producción, a la forma y el vector de administración, a la dosificación y la duración del tratamiento con el probiótico”<sup>54</sup>. “Sin embargo, en los organismos acuáticos hay que tener en cuenta que el efecto del probiótico también dependerá de la especie de pez que se esté evaluando, del estatus fisiológico del hospedero,

---

<sup>54</sup> DENEV, S., STAYKOV, Y., MOUTAFCHIEVA, R., y BEEV, G. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of probiotics and prebiotics in finfish aquaculture. International Aquatic Research, 2009. Vol.1. No.1. p. 29.

de las condiciones del cultivo, de los factores medioambientales y del objetivo específico de la aplicación del probiótico (nutrición, resistencia a enfermedades, alimentación, entre otros)”<sup>55</sup>.

Merrifield et al<sup>56</sup> y Burr y Gatlin<sup>57</sup>, comentan que dentro de los inconvenientes que afronta el trabajo con microorganismos probióticos está la pérdida de la viabilidad del probiótico durante el proceso de elaboración de los piensos, dado que las condiciones de procesamiento de alimentos acuícolas son físicamente más intensivos en comparación con el alimento para animales terrestres. Por lo tanto, la incorporación de probióticos en los alimentos acuícolas sigue siendo limitado a nivel industrial, particularmente debido a la estabilidad térmica.

Los probióticos pueden convertirse en patógenos e infectar al organismo hospedero. En el caso de los humanos se debe tener cuidado en administrar los probióticos en individuos muy debilitados, inmunocomprometidos o con sangrado intestinal, debido a que dichos probióticos pueden convertirse en patógenos oportunistas. “La FAO y la OMS recomiendan pruebas como patrones de resistencia a los antibióticos, actividad metabólica, producción de toxinas, pruebas de infectividad en modelos animales inmunocomprometidos y evaluación de los efectos adversos en el consumidor”<sup>58</sup>. “En este contexto, con el desarrollo de la acuicultura bacterias ácido lácticas pertenecientes a los géneros *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Vagococcus* y *Carnobacterium* se postulan como probióticos potenciales y como no patógenas, sin embargo han sido las protagonistas de un creciente número de enfermedades”<sup>59</sup>.

---

<sup>55</sup> MERRIFIELD, D., DIMITROGLOU, A., FOEY, A., DAVIES, S., BAKER, R., BOGWALD, J., CASTEX, M., y RINGO, E. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*, 2010. Vol.302. No.1-2, p. 1-18.

<sup>56</sup> *Ibíd.*, p. 36

<sup>57</sup> BURR, G., GATLIN, D. Microbial ecology of gastrointestinal tract of fish and the potencial application of prebiotics and probiotics in finfish aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2005. Vol.36. No. 4, p. 425-436.

<sup>58</sup> CASTRO, L., ROVETTO, C. Probióticos: Utilidad clínica. *Colombia Médica*, 2006. Vol.37. No. 4, p. 308-314.

<sup>59</sup> WANG, Y-C., Yu, R-C., Chou, C-C. Viability of lactic acid bacteria and bifidobacteria in fermented soymilk after drying, subsequent rehydration and storage. *International Journal of Food Microbiology*, 2004. Vol. 93. No.2, p. 209-217.

Denev et al<sup>60</sup> explica que antes de abogar por el uso de un candidato probiótico es de gran importancia realizar diferentes pruebas *in vitro* que demuestren los posibles efectos benéficos del probiótico a evaluar, debido a que estas pruebas a menudo han permitido identificar probióticos que han sido eficaces y otros no tan potenciales. Sin embargo Verschuere et al,<sup>61</sup> comentan que una prueba positiva o negativa no puede predecir el verdadero efecto en condiciones *in vivo*.

Kolndadacha et al citado por Betancourt<sup>62</sup> afirma que incluso los resultados obtenidos de una cepa probiótica a partir de pruebas de laboratorio no pueden ser extrapolados a otra cepa, aunque pertenezcan a la misma especie. Por esta razón el efecto de los probióticos candidatos para la acuicultura también deben evaluarse *in vivo*, esto implica la administración del probiótico en el organismo, el monitoreo de su crecimiento, colonización y sobrevivencia.

Finalmente, “uno de los principales obstáculos es la producción de productos probióticos a escala industrial, debido a que las especies candidatas deben cumplir con una reglamentación muy estricta y demostrar su eficacia y seguridad en los animales, los consumidores y el medio ambiente”<sup>63</sup>.

### **3.5 INFLUENCIA DEL TIEMPO DE ADMINISTRACIÓN SOBRE EL EFECTO PROBIÓTICO.**

Nayak citado por Betancourt<sup>64</sup> observó que el tiempo de administración del probiótico se considera un factor importante que puede incidir en el establecimiento, la permanencia y posterior estimulación de la respuesta inmune en el hospedero, sin embargo para Merrifield et al<sup>65</sup>, aunque este factor representa gran relevancia en la inducción de una respuesta favorable en el organismo, es un tema que ha sido poco investigado.

---

<sup>60</sup> DENEV, et al. Op. Cit., p. 31.

<sup>61</sup> VERSCHUERE, et al. Op. Cit., p.67

<sup>62</sup> BETANCOURT. Op. Cit., p. 21.

<sup>63</sup> MERRIFIELD. et al. Op. Cit., p. 56.

<sup>64</sup> BETANCOURT. Op. Cit., p.25 .

<sup>65</sup> *Ibíd.*, p. 25

Kim y Austin<sup>66</sup> demostraron que la administración de probióticos a corto plazo, puede ser eficaz en la colonización, estimulación del sistema inmunológico y protección contra microorganismos patógenos; no obstante Panigrahi et al<sup>67</sup> detectaron que las cepas probióticas no perduran en el tracto gastrointestinal por periodos que van más allá de una a tres semanas después de haber suspendido el probiótico, lo que significa que sus efectos se pierden luego de que éste se remueve del organismo. “Esta declinación puede ser debida a la falta de capacidad de las cepas probióticas de colonizar y multiplicarse en el intestino”<sup>68</sup>.

“En el caso de la alimentación a largo plazo, también es posible encontrar reportes en los que se evidencie los beneficios de los probióticos en el crecimiento y sobrevivencia de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y tilapia negra (*Oreochromis Niloticus*) logrando la protección contra el síndrome de compresión de columna vertebral (VCCS) y la estimulación de la respuesta inmune respectivamente”<sup>69</sup>. No obstante aunque se han detectado beneficios después de un largo periodo de alimentación, existen otros estudios como los de Panigrahi et al citado por Betancourt<sup>70</sup>, en los cuales se ha evidenciado cierto tipo de alteración en algún parámetro del sistema inmunológico, luego de haber prolongado el suministro de microorganismos probióticos en especies como la trucha arcoíris (*O. mykiss*).

“En este contexto es necesario considerar que la respuesta inmune es con frecuencia disminuida cuando se suministran inmunoestimulantes durante periodos prolongados, debido a que en casos extremos pueden inducir a la inmunosupresión”<sup>71</sup>. “Aunque no está claro si este es el caso de la aplicación a largo plazo de los probióticos, se debe considerar la posibilidad de que el uso de

---

<sup>66</sup> KIM, D-H, AUSTIN, B. Innate immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) induced by probiotics. *Fish & Shellfish Immunology*, 2006. Vol. 21. No. 5, p. 513-524.

<sup>67</sup> BETANCOURT. Op. Cit., p.41.

<sup>68</sup> *Ibíd.*, p. 156.

<sup>69</sup> ALI et al.. Op. Cit., p. 66.

<sup>70</sup> BETANCOURT. Op. Cit., p. 32p. 66.

<sup>71</sup> BRICKNELL, I., DALMO, R. The use of immunostimulants in fish larval aquaculture. *Fish Shellfish Immunol.* 2005. Vol.19. No. 5, p. 457–472.

probióticos puede ser no pertinente cuando su administración es constante y durante largos periodos de tiempo”<sup>72</sup>

---

<sup>72</sup> MERRIFIELD .et al. Op. Cit., p. 32

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZACIÓN.

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Nutrición y Alimentación del Programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño (Figura 1), ubicado en la ciudad de San Juan de Pasto, en coordenadas geográficas: 1°12' 52.48" Norte, 77° 16' 41.22" Oeste, a 2527 m.s.n.m.<sup>73</sup> temperatura promedio de 13.3°C y una humedad relativa de 60 a 88%<sup>74</sup> .

**Figura. 1 Universidad de Nariño, Pasto- Nariño**



### 4.2 INSTALACIONES.

El laboratorio cuenta con un área de 40m<sup>2</sup>, y está provisto de 4 mesones, un sistema de aireación, agua potable, instalaciones eléctricas y gas.

<sup>73</sup> ALCALDÍA DE PASTO. Información general. San Juan de Pasto. Colombia, Pasto. (Fecha de consulta: 19 de octubre 2014). Disponible en internet: [http://www.pasto.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60&Itemid=61](http://www.pasto.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=61).

<sup>74</sup> COLABORADORES DE WIKIPEDIA. San Juan de Pasto. (fecha de consulta: 1 de octubre 2014) .En: Wikipedia La Enciclopedia Libre. Disponible en internet: [http://es.wikipedia.org/wiki/San\\_Juan\\_de\\_Pasto](http://es.wikipedia.org/wiki/San_Juan_de_Pasto).

## **4.3 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.**

### **Materiales**

- Acuarios de 50 L
- Manguera de aireación
- Piedras difusoras
- Nasas
- Papel Plástico
- Baldes plásticos 10L
- Mortero
- Recipientes plásticos de almacenamiento.
- Vidriería
- Atomizador

### **Equipos**

- Balanza digital Ohaus PA 313, Capacidad Máxima 310g sensibilidad 0.01
- Pie de rey 0.1 mm
- Sonda Multiparámetros YSI 550A
- Ph-metro BWT 8010
- Aireador eléctrico P-500 doble salida
- Blower Lp 60 – Air Resump
- Termostatos 75 watts
- Computador portátil pavillion (hp)
- Cámara fotográfica digital Sony 14.5 Mp

### **Insumos**

- Concentrado 45% de proteína
- Sal marina
- Harina de soya
- Fertilizante Foliar (incoagro 26-6-6)
- Peróxido de hidrógeno
- Melaza de caña
- Alcohol 96%
- Probiótico (lymnozyme)
- Agua declorinada
- Bicarbonato de sodio 3,3g/l
- Eugenol
- Safranina

- Cristal violeta
- Lugol
- Agar TSA

#### **4.4. MATERIAL BIOLÓGICO.**

Se utilizaron 540 alevinos reversados de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), con un peso promedio inicial de 0.18 g y una longitud de 1.71 cm, provenientes de la finca Omega Fish Acuicultura; Consacá- Nariño.

#### **4.5 PERIODO DE ESTUDIO.**

La investigación se realizó durante 8 meses tiempo en el cual se realizó la adecuación y acondicionamiento de las instalaciones, adquisición de material biológico, periodo de adaptación, trabajo de campo durante 45 días y elaboración del informe final.

#### **4.6 PLAN DE MANEJO.**

**4.6.1 Adecuación de laboratorio.** Se realizó una desinfección de los equipos e instalaciones, con hipoclorito de sodio comercial al 5.5 % y una solución a base de sal marina con concentración de 4 g/litro. Se llenaron 12 acuarios con 50 litros de agua cada uno y se instaló el sistema de aireación con un blower, el cual distribuyó el aire por medio de una manguera plástica de ¼", y piedras difusoras. Para mantener la temperatura se instalaron termostatos de 75W. (Figura 2).

**Figura. 2 Laboratorio Nutrición y Alimentación Acuícola**



**4.6.2 Periodo de prueba de los acuarios.** Durante 3 días se hizo seguimiento de parámetros como oxígeno, temperatura y pH para garantizar normal funcionamiento del sistema.

**4.6.3 Transporte de alevinos.** Los alevinos de Tilapia roja se transportaron con peso y longitud homogéneos fueron sometidos a un periodo de cuarentena de 24 horas, durante este periodo los animales no recibieron alimento. El agua en la que se trasladaron los animales estuvo previamente tratada con bicarbonato de sodio a una concentración de 3.3 g/L con el fin de evitar altas concentraciones de amonio; para el traslado se utilizó doble bolsa, con 1/3 de agua y 2/3 partes de oxígeno.

**4.6.4 Recepción y aclimatación de los animales.** Se colocaron las bolsas en un tanque de 500 litros previamente acondicionado a 28°C, hasta que la temperatura del agua en que llegaron se estabilizó con la del tanque de recepción. Adicionalmente se realizó un tratamiento profiláctico con sal marina a razón de 4g/l durante 6 horas (Figura. 3).

**Figura 3. Recepción y aclimatación de los animales**



**4.6.5 Siembra de alevinos.** Los ejemplares fueron distribuidos de manera aleatoria en los acuarios a una densidad de siembra de 45 animales por cada 50 litros.

**4.6.6 Adaptación al concentrado comercial.** Posterior a la siembra se realizó un periodo de adaptación de los alevinos de Tilapia roja durante un periodo de 10 días, tiempo en el cual se alimentó *ad libitum* con balanceado comercial al 45% proteína.

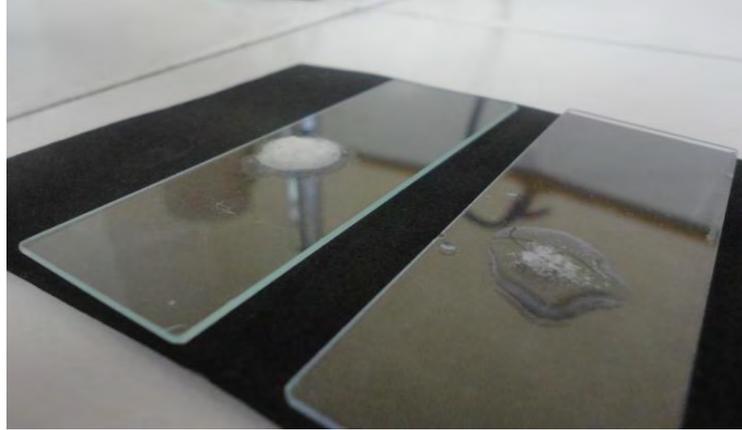
#### **4.7 PRUEBAS BIOQUÍMICAS SIMPLES APLICADAS AL PROBIÓTICO.**

**4.7.1 Catalasa.** Se realizó este procedimiento con el propósito de determinar si las bacterias son aerobias o anaerobias puesto que la catalasa es una enzima que poseen la mayoría de las bacterias aerobias. Descompone el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno. El desprendimiento de burbujas procedentes del oxígeno indica que la prueba es positiva<sup>75</sup> (Figura.4).

---

<sup>75</sup> ESPAÑA, A. Guía de Laboratorios de Microbiología. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. citado el 5 de octubre de 2014. disponible en internet: <https://es.scribd.com/doc/176432601/Practicas-de-Laboratorio-Microbiologia-Alex>.

**Figura 4. Prueba de catalasa positiva**



**4.7.2 Tinción de Gram.** Esta tinción se llevó a cabo empleando el protocolo descrito en prácticas de microbiología<sup>76</sup> ; el cristal violeta (colorante catiónico) penetra en todas las células bacterianas (tanto Gram positivas como Gram negativas) a través de la pared bacteriana. El lugol es un compuesto formado por I<sub>2</sub> (yodo) en equilibrio con KI (yoduro de potasio) y SI (Siulterio), los cuales están presentes para solubilizar el yodo, haciendo que el cristal violeta se fije con mayor intensidad a la pared de la célula bacteriana. El I<sub>2</sub> entra en las células y forma un complejo insoluble en solución acuosa con el cristal violeta. Luego se agrega una mezcla de alcohol-acetona, el cual sirve para realizar la decoloración, ya que en la misma es soluble el complejo I<sub>2</sub>/cristal violeta. Los organismos Gram positivos no se decoloran, mientras que los gram negativos si lo hacen.

Una vez tomada la muestra del cultivo de bacterias probióticas y sometidas a la tinción de Gram se llevaron al microscopio para su visualización

#### **4.8 CONTEO DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS**

La técnica se basó en contar las “unidades formadoras de colonias” o UFC presentes en un gramo (probiótico no activado) y un mililitro (probiótico activado) de muestra. Se consideró que cada colonia que se desarrolla en el medio de cultivo de elección después de un cierto tiempo de incubación a la temperatura adecuada (24°C), proviene de un microorganismo, de la muestra bajo estudio; ese

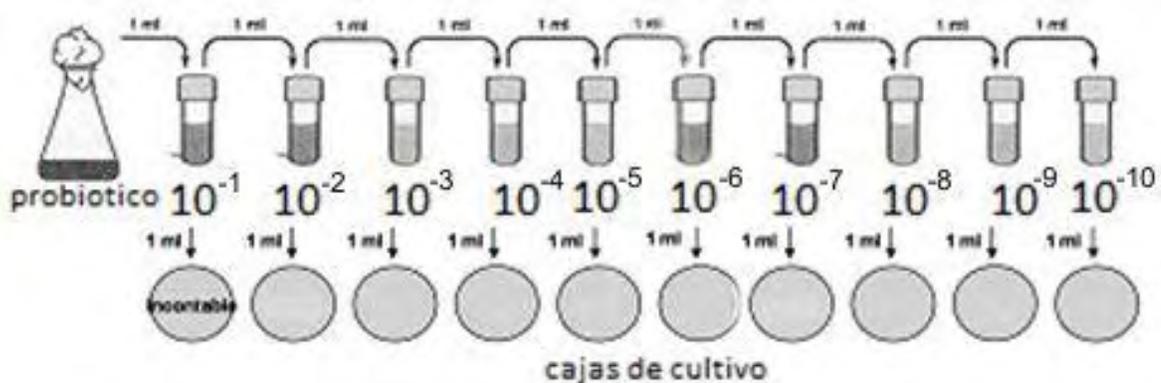
---

<sup>76</sup> Ibid., p.10

microorganismo es capaz de formar la colonia, es decir una UFC. Para que estas puedan contarse de manera confiable, se hicieron las diluciones decimales necesarias de la muestra<sup>77</sup>.

El protocolo para la siembra y dilución de las muestras de probiótico, que se utilizó se basó en las consideraciones de Revelo<sup>78</sup>; cuyo procedimiento se muestra a continuación: Se trabajó con 2 muestras de probiótico ( no activado y activado); para las diluciones del primero se tomó 1g de muestra, se inoculó con una pipeta en 1 tubo de ensayo estéril con una solución salina de 9 ml, en el caso del segundo se tomó 1ml de muestra que se inoculó bajo las mismas condiciones anteriores en el tubo, se realizaron 10 diluciones para cada muestra, marcando cada tubo con la dilución correspondiente ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$ ,  $10^{-10}$ ) (Figura.5); luego se tomó 1ml del tubo  $10^{-1}$  y se llevó al tubo  $10^{-2}$  y 1ml de este al tubo  $10^{-3}$  y así secuencialmente hasta la dilución  $10^{-10}$ , de las diluciones posteriormente se tomó 1ml de muestra de cada tubo con una pipeta estéril y se sembraron en 20 cajas Petri con medio de cultivo TSA (agar de soya tríptico), en 20 cajas Petri; con ayuda de perlas estériles de vidrio se esparció bien la muestra en cada caja, posteriormente se llevaron estas a incubadora a temperatura de 24°C por 24 horas. Tras la incubación, se observaron las colonias bacterianas sobre la superficie del agar. (Figura 6, 7)

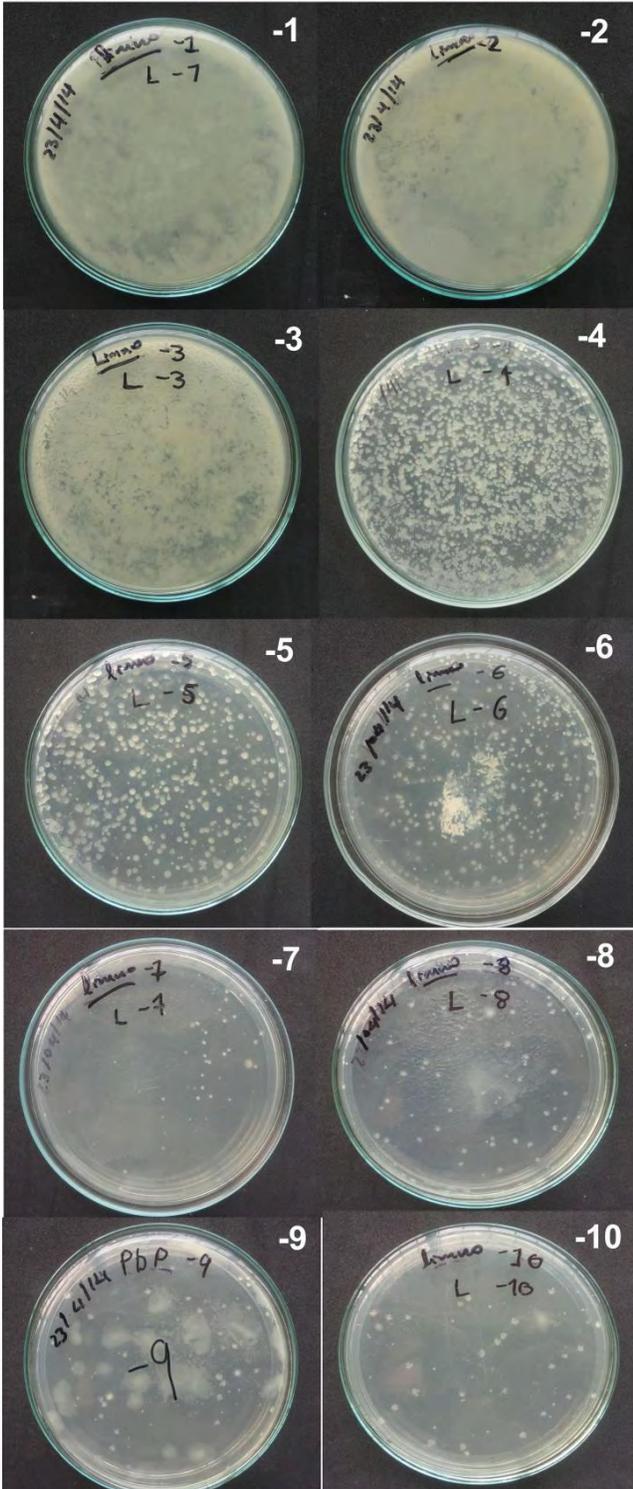
**Figura.5 Esquema de diluciones para conteo de UFC**



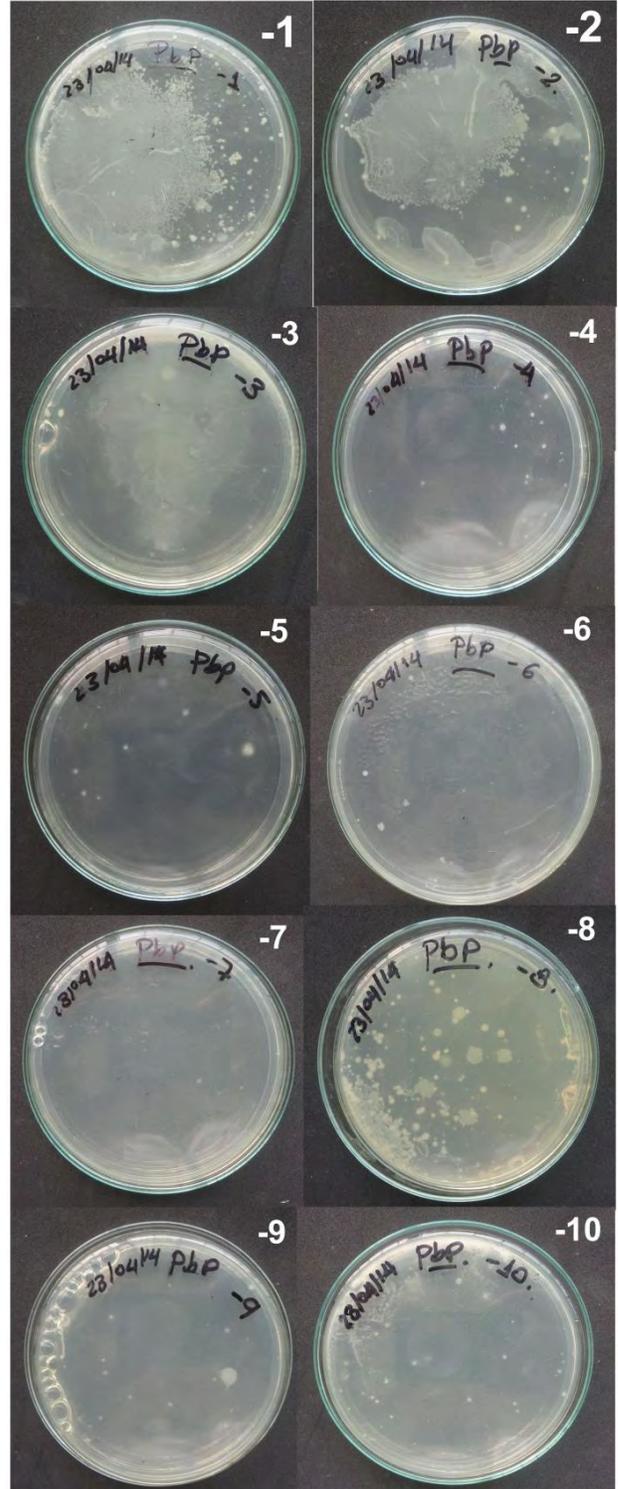
<sup>77</sup> CAMACHO, A., GILES, M., ORTEGÓN, A., PALAO, M., SERRANO, B., VELÁZQUEZ, O. 2009. Técnicas para el análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México. p1. (citado el 4 de marzo de 2014). Disponible en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-en-placa\\_6527.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-en-placa_6527.pdf)

<sup>78</sup> REVELO D. Bióloga. MSc Microbiología. Grupo de Investigación en Biotecnología Microbiana, 2014. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia

**Fig.6 Cultivo de bacterias  
probiótico activado**



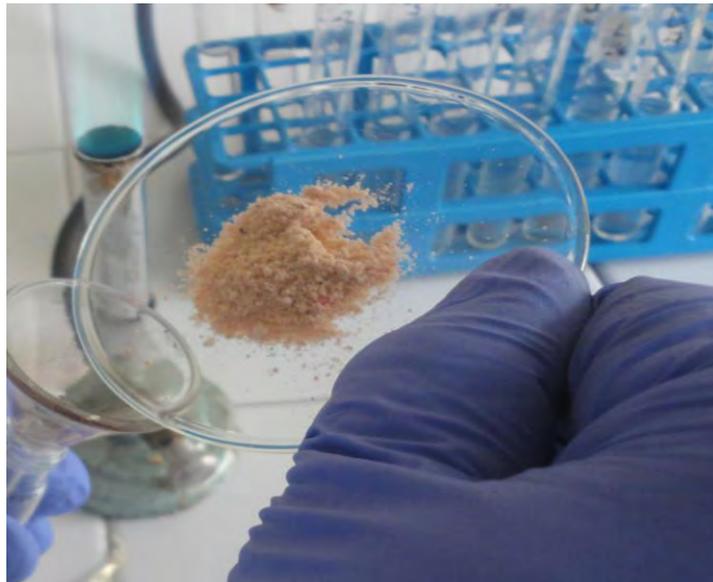
**Fig.7 Cultivo de bacterias  
probiótico no activado**



#### 4.9 USO DEL PROBIÓTICO COMERCIAL.

El producto comercial que se utilizó para esta investigación fue una mezcla de microorganismos de origen natural; vitaminas, minerales, ácidos con soporte básico bionutrientes y con una concentración de 2 billones ufc/g, los cuales se caracterizaron previamente mediante una prueba bioquímica simple (tinciones de Gram, Catalasa), y un estudio morfológico; además se realizó una siembra *in vitro* para cuantificar las unidades formadoras de colonia del probiotico activado (Figura.8)

**Figura 8. Probiótico comercial**



#### 4.10 ACTIVACIÓN DEL PROBIÓTICO A SUMINISTRAR

**4.10.1 Activación.** El protocolo de activación se basó en el estudio de Pulido<sup>79</sup>; cuyo detalle se muestra a continuación:

---

<sup>79</sup> PULIDO, A. Dosificación de probioticos en el alimento para peces, Universidad Surcolombiana, Servicio de aprendizaje SENA. Neiva, Huila. Colombia. 2013, p. 11.

#### 4.10.1.1 Desinfección.

- Todos los recipientes y utensilios se desinfectaron previamente con alcohol al 90%.

#### 4.10.1.2 Obtención de 1 litro de probiótico.

- Se mezcló 70 ml de melaza, 20 g de sal marina, 20 g de fertilizante foliar y 130 g de harina de soya en aproximadamente 700 ml de agua destilada. Se aforo hasta 1L.
- Se adicionó 20 ml de peróxido de hidrógeno al 50 %.
- Se mantuvo en reposo durante dos horas.
- Se agregó 20 g del probiótico lymnozyme.
- Se incubó a 24°C durante 24 horas. (Figura.9)

**Figura. 9 Obtención de probiótico e incubación.**



#### 4.10.1.3 Incorporación del probiótico al alimento

- Se vertió el probiótico en un recipiente de aspersion.
- El alimento concentrado se dispuso en una bandeja, en un sitio libre de corrientes de aire.
- Se aplicó uniformemente el probiótico sobre el alimento concentrado.
- Para el secado del alimento se dejó en una zona descontaminada a temperatura ambiente durante 24 horas.

- El alimento con el probiotico incorporado se suministró a los peces al día siguiente.
- Con este método de activación se suministró una concentración bacteriana de  $54 \times 10^{10}$  UFC/ml de probiotico (Figura. 10).

**Figura 10. Incorporación del probiótico al alimento**



#### **4.11 ALIMENTACIÓN DE LOS ALEVINOS.**

Se alimentó de manera uniforme con 4 comidas diarias manejando una biomasa del 12%, se suministró en dos comidas en la mañana y dos en la tarde<sup>80</sup>; se hizo una distribución uniforme del alimento para asegurar su consumo por parte de los animales. Para evaluar el suministro de alimento se llevaron registros con tablas de alimentación.

---

<sup>80</sup> QUINTANILLA. M. Manual sobre Reproducción y Cultivo de Tilapia. Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA). El Salvador, 2008. 44 p.

#### 4.12 MUESTREOS.

Se efectuaron cada 7 días tomando el 10% de la población de cada unidad experimental determinando longitud y peso, para ello los animales se depositaron en baldes plásticos donde se adicionó eugenol como tranquilizante a razón de 0.5 ml/L (Figura 11) (Anexo A). De los animales muestreados se realizaron un sub muestreo de 3 grupos de 5, se secaron con una franela para disminuir errores en el pesaje garantizando un muestreo homogéneo.

**Figura 11. Muestreo de alevinos**



#### 4.13 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con doble sub-muestreo, conformado por cuatro tratamientos y tres réplicas por tratamiento, para un total de 12 unidades experimentales. El modelo matemático que representa a este diseño, es el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + t_i + \varepsilon_{j(i)} + \beta_{k(ji)} + \eta_{(ijk)}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta.

$\mu$  = Media poblacional.

$t_i$  =Efecto del j-esimo tratamiento.

$\epsilon_{j(i)}$  = Error experimental asociado a la j-esima unidad experimental que recibe el i-esimo tratamiento.

$\beta_{k(ji)}$ = Error experimental asociado a la k-esima unidad experimental que recibe el j,i-esimo tratamiento.

$\eta_{ijk}$ = Error de muestreo asociado a la k-esima muestra.

Se verificó los supuestos estadísticos de normalidad, homogeneidad de varianzas e independencia, con el fin de garantizar la confiabilidad de las pruebas paramétricas de análisis de varianza; en el caso que no se cumplan los supuestos, se procedió a realizar la transformación de las variables. En el caso de la supervivencia, se aplicó la prueba de Brand-Snedecor, para comparar el efecto de los tratamientos, mediante la estimación del estadístico de prueba chi-cuadrado, el Cálculo de la prueba B-Snedecor representado por el siguiente modelo:

$$F = \frac{\max \{s_1^2; s_2^2\}}{\min \{s_1^2; s_2^2\}} = 1.2356$$

**4.13.1 Tratamientos.** Se evaluaron 4 tratamientos con 3 réplicas (45 animales por replica) distribuidos de la siguiente manera:

T0: Balanceado comercial al 45% de proteína

T1: 0.05 L probiótico/1 Kg de balanceado comercial

T2: 0.10 L probiótico/1 Kg de balanceado comercial

T3: 0.15 L probiótico/1 Kg de balanceado comercial.

**4.13.2 Formulación de hipótesis.** Las hipótesis planteadas fueron:

**Hipótesis nula (Ho).** No existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

$$Ho: \mu T0 = \mu T1 = \mu T2 = \mu T3$$

**Hipótesis alterna.** Al menos la media de uno de los tratamientos será diferente.

$$H1: \mu_{T0} \neq \mu_{T1} \neq \mu_{T2} \neq \mu_{T3}$$

Los datos obtenidos se procesaron con el paquete estadístico Statgraphics y al encontrar diferencias estadísticas significativas se realizó la prueba de comparación de Tukey para aquellas que fueren diferentes y determinar cuál es el mejor tratamiento.

#### 4.13.3 Variables a evaluar.

**4.13.3.1 Conversión Alimenticia Aparente.** Es un índice que relaciona el alimento consumido con respecto a la ganancia de peso<sup>81</sup>.

$$CAA = \left( \frac{As}{IP} \right)$$

Dónde: **As**: Alimento suministrado; **IP**: Incremento de peso

**4.13.3.2 Porcentaje de supervivencia (%S).** Variable expresada en porcentaje que indica el número de individuos vivos en un periodo de tiempo, se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\%S = \left( \frac{Nf}{Ni} \right) \times 100$$

Dónde: **S**: Supervivencia; **Nf**: Número final de animales; **Ni**: Número inicial de animales.

**4.13.3.3 Incremento de peso semanal (IP).** Se define como la ganancia de peso del individuo o la población :

$$IP = Wf - Wi$$

Dónde: **IP**: Incremento de peso; **Wf**: Peso final en gramos; **Wi**: Peso inicial en gramos.

---

<sup>81</sup> LÓPEZ-MACIAS, J. Nutrición y alimentación piscícola. Centro de publicaciones. Universidad de Nariño, 2003. 203 p.

**4.13.3.4 Incremento de Longitud semanal (IT).** Es el incremento periódico de talla del individuo o de una población, se calculó mediante las diferencias de longitud.

$$IT = Lf - Li$$

Dónde: **IT**: Incremento de talla **Lf**: Longitud final en centímetros; **Li**: Longitud inicial en centímetros.

**4.13.3.5 Tasa de crecimiento simple (TCS).** Permite determinar la ganancia de peso diaria promedio expresada como porcentaje; se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$TSC = \left( \frac{LnPpf - LnPpi}{T} \right)$$

Dónde **TSC**: Tasa de crecimiento simple; **Ppf**: Peso promedio final semanal de los alevinos (g); **Ppi**: Peso promedio inicial semanal de los alevinos (g); **T**: periodo de tiempo en días.

**4.13.3.6 Análisis de relación beneficio –costo.** Es el índice que resulta de dividir los beneficios (flujos de efectivo) entre los costos variables, a precios actuales de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$RCB = \frac{B}{C}$$

Dónde: **RBC**: Relación beneficio costo; **B**: Beneficio; **C**: Costo

## 5. RESULTADOS

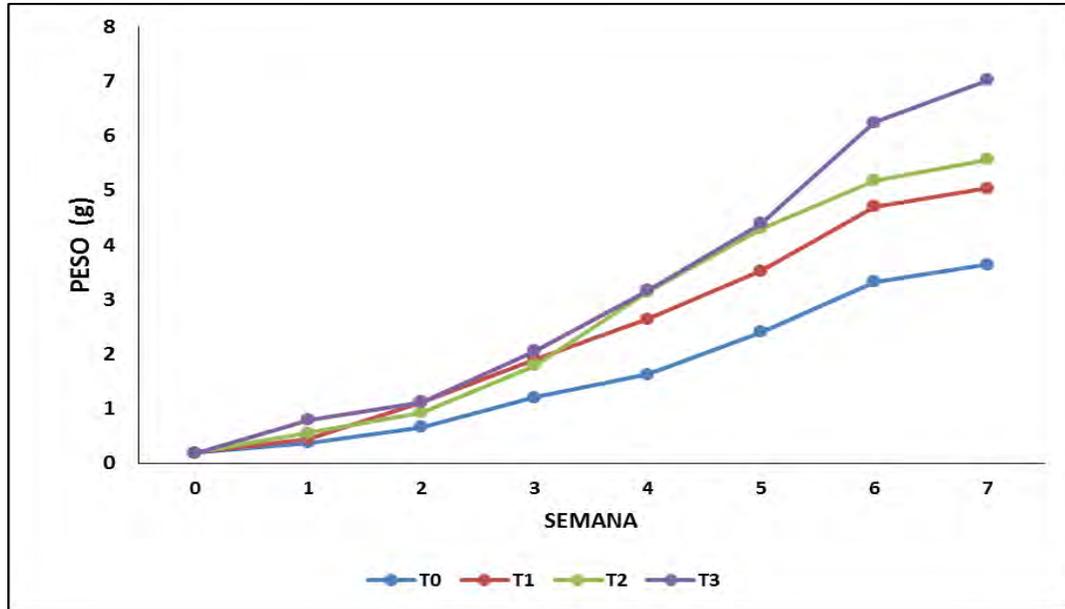
### 5.1 ANALISIS DE INFORMACIÓN.

Los datos obtenidos cumplierón con los supuestos estadísticos normalidad, homogeneidad de varianzas, prueba de independencia. Por tanto se efectuó el análisis de varianza encontrando que por lo menos una de las variables estudiadas, registró diferencias significativas con un 95% de confianza, lo cual permite aceptar la hipótesis alternativa.

**5.1.1 Peso inicial de siembra.** Se hizo un análisis de varianza ( $0.060 > 0.05$ ) donde se demostró que no existían diferencias estadísticas significativas (Anexo B, C). Lo anterior indicó uniformidad en el peso al momento de la siembra con valores promedio de  $0.18 \pm 0.015$  g.

**5.1.2 Incremento de peso semanal.** La figura 12 indica el incremento de peso semanal de cada uno de los tratamientos, observando que el crecimiento de los animales es homogéneo hasta la semana 2; a partir de esta cada tratamiento tiene un crecimiento diferente reflejándose mayores valores a favor de los tratamientos con probiótico, se puede apreciar que el T3 obtiene una mayor ganancia de peso a partir de la quinta semana, obteniendo al final del estudio un peso promedio de 7.02 g (Anexo D). Los T1 y T2 presentaron un incremento de peso similar durante el estudio con un promedio de 5.04 g y 5.57 g respectivamente. El menor incremento de peso se registró en el T0 con un promedio final de 3.64 g. Tabla 5.

**Figura12. Incremento de peso (g) promedio semanal**



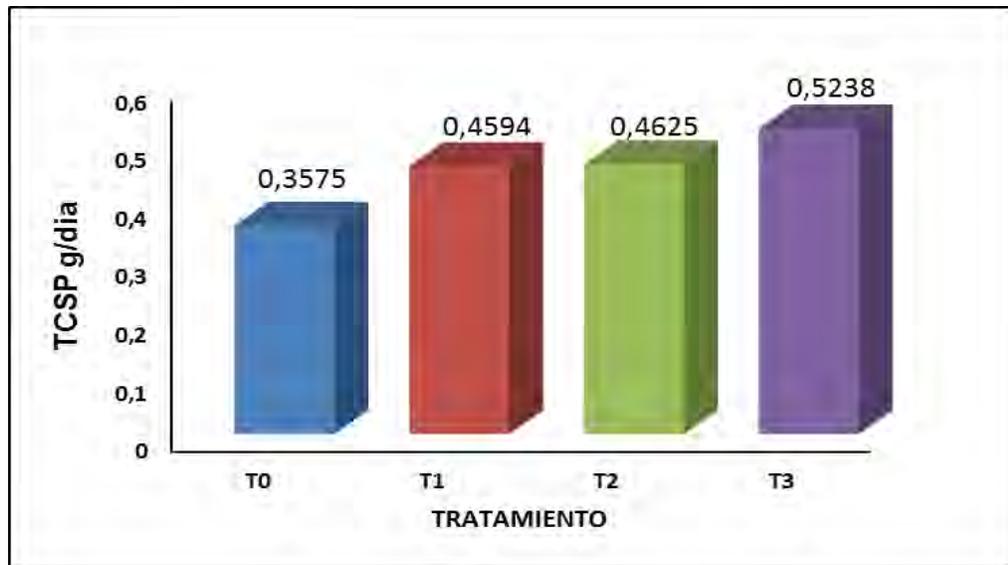
**Tabla 5. Incremento de Peso promedio final (g) por tratamiento**

TRATAMIENTO	SEMANA (g)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>T0</b>	0.18	0.37	0.66	1.20	1.63	2.40	3.32	3.64
<b>T1</b>	0.19	0.43	1.12	1.90	2.64	3.52	4.70	5.04
<b>T2</b>	0.19	0.55	0.92	1.79	3.14	4.29	5.18	5.57
<b>T3</b>	0.18	0.79	1.12	2.06	3.17	4.39	6.25	7.02

**5.1.3 Tasa de crecimiento simple para peso (TCSP).** El análisis de varianza para la tasa de crecimiento simple, presentó diferencias significativas ( $0.03 < 0.05$ ) entre tratamientos (Anexo E, F), por tanto se realizó la prueba de rangos múltiples (Tukey) con el fin de establecer las diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo a esta prueba se establece que la media más baja la reporto el T0: 0.35 g/día el cual se alimentó con concentrado comercial del 45% de proteína, a diferencia del T1, T2 y T3 los cuales registraron medias de 0.45 g/día, 0.46 g/día y 0.52 g/día respectivamente, los cuales se alimentaron con concentrado comercial del 45% más la adición de probiotico a diferentes dosis; por lo tanto se puede

asumir que el T0 tuvo una diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos (Figura.13).

**Figura 13. Tasa de crecimiento simple para peso (g/día)**



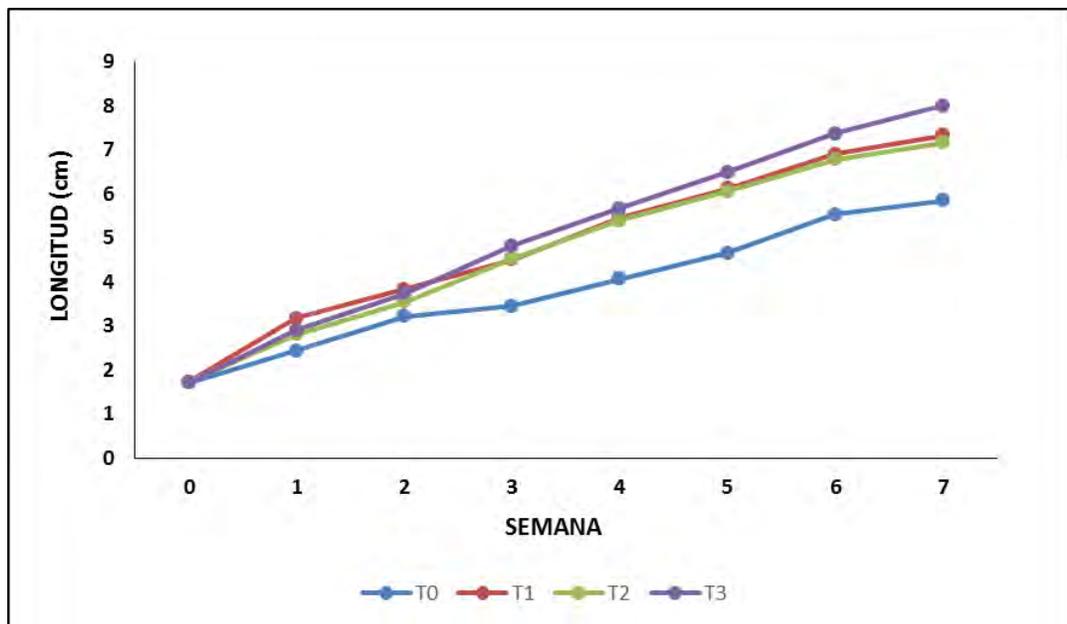
**5.1.4 Longitud inicial de siembra.** Según el análisis de varianza ( $0.41 > 0.05$ ), (Anexo G), la longitud promedio de los cuatro tratamientos al momento de la siembra, no mostró diferencias estadísticas significativas, lo cual permite concluir que la longitud inicial no fue fuente de variación. Anexo C.

**5.1.5 Incremento de longitud semanal.** En la tabla 6 y figura 14 se muestra el incremento de longitud semanal de cada uno de los tratamientos durante el periodo de estudio, donde se observa que el crecimiento de los animales es homogéneo hasta la semana 2; a partir de ésta, cada tratamiento tiene un crecimiento diferente reflejándose un mayor incremento a favor de los tratamientos suplementados con probiótico; donde se puede apreciar que con el T3 se obtuvo una mayor longitud a partir de la semana 3, llegando al final del estudio a 7.99 cm; mientras que el T1 y T2 presentaron crecimiento homogéneo de longitud con 7.32 cm y 7.16 cm. (Anexo I). La longitud más baja estuvo presente en el T0 con un promedio final de 5.84 cm.

**Tabla 6. Incremento de Longitud promedio (cm) final por tratamiento**

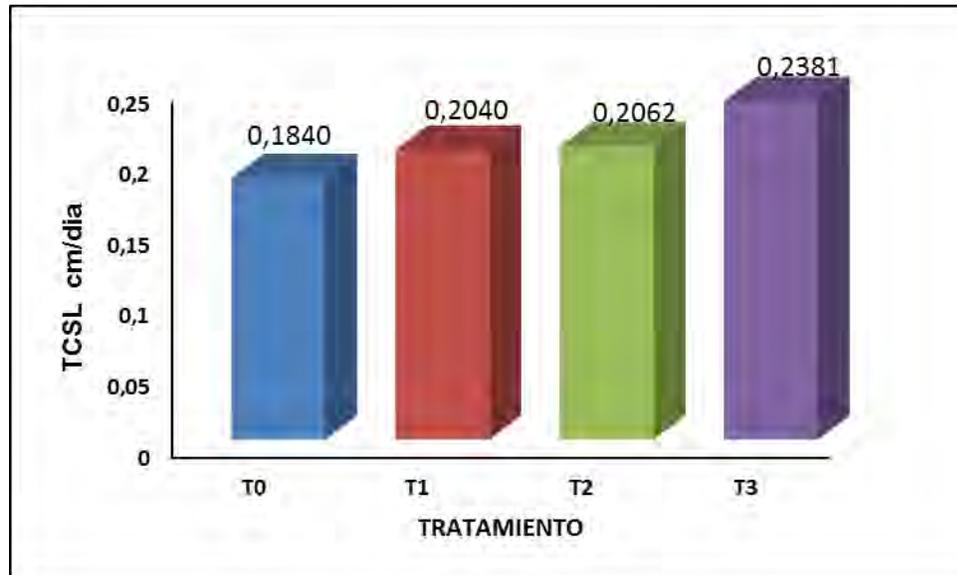
TRATAMIENTO	SEMANA (cm)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
T0	1.71	2.43	3.22	3.45	4.06	4.65	5.53	5.84
T1	1.72	3.17	3.83	4.50	5.46	6.11	6.90	7.32
T2	1.72	2.80	3.54	4.53	5.39	6.05	6.78	7.16
T3	1.71	2.89	3.73	4.82	5.67	6.48	7.36	7.99

**Figura 14. Incremento promedio de longitud semanal**



**5.1.6 Tasa de crecimiento simple para longitud (TCSL).** Se hizo un análisis de varianza para la tasa de crecimiento simple, presentándose diferencias significativas ( $0.01 < 0.05$ ) entre tratamientos, (Anexo I, J), para lo cual se realizó la prueba de rangos múltiples (Tukey) con el fin de establecer las diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo a esta prueba se establece que la media más baja la reportó el T0 con 0.18 cm/día donde se alimentó con concentrado comercial del 45%; los T1 y T2 registraron incremento de longitud homogéneo con medias de 0.20 cm/día; y el T3 presentó una diferencia estadísticamente significativa con respecto al T0 con una media de 0.23 cm/día (Figura. 15).

**Figura 15. Tasa de crecimiento simple para longitud (cm/día)**

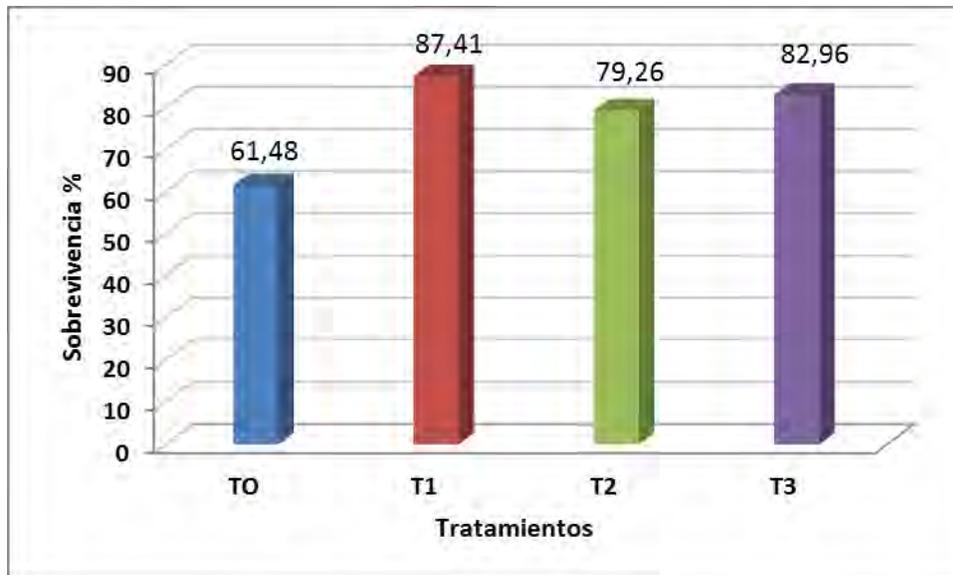


**5.1.7 Supervivencia.** La mayor tasa de supervivencia se encontró en el T1 con 87.40%, seguido por el T3: 82.96, T2: 79.25 y T0 61.48. Al finalizar el periodo de estudio, la prueba de Brand y Snedecor presentó diferencias significativas entre los tratamientos con un 95% de confianza (Tabla 7) (Figura 16) (Anexo K).

**Tabla 7. Porcentaje de supervivencia en los tratamientos durante la investigación**

TRATAMIENTO	NÚMERO INICIAL DE ANIMALES	NÚMERO FINAL DE ANIMALES	MORTALIDAD	% SUPERVIVENCIA
TO	135	83	52	61.48
T1	135	118	17	87.41
T2	135	107	28	79.26
T3	135	112	23	82.96

**Figura 16. Supervivencia de los animales en los diferentes tratamientos**

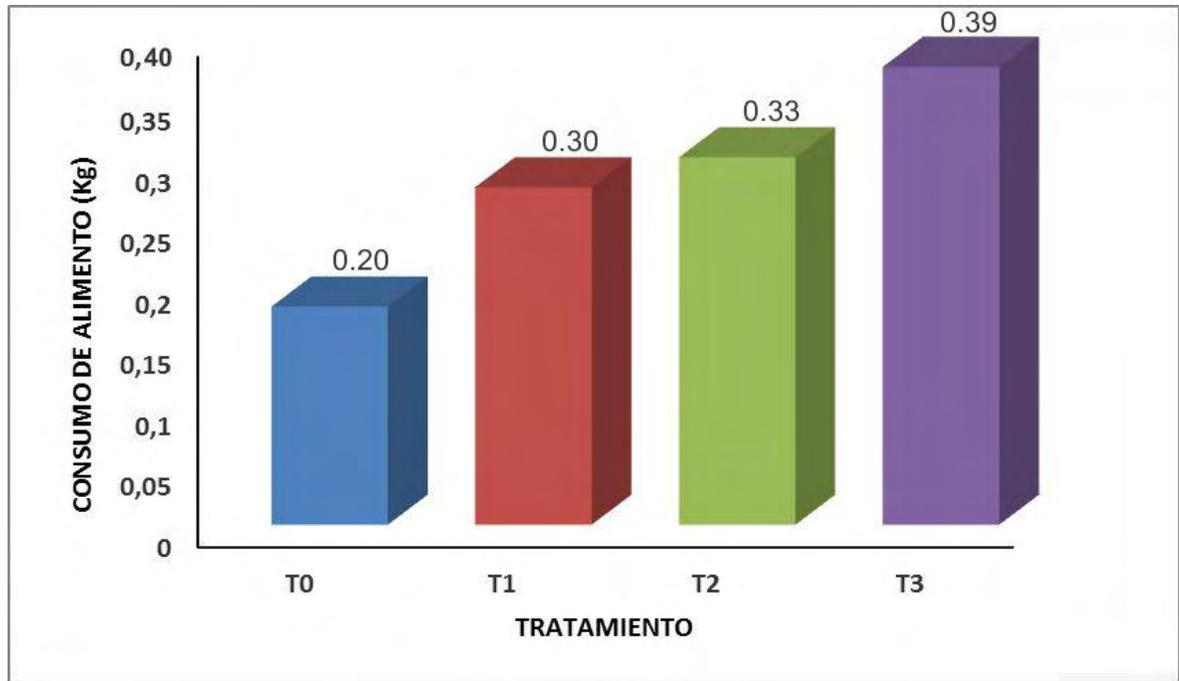


**5.1.8 Suministro de alimento.** Como muestra la tabla 8 el mayor suministro de alimento se observó en el T3 con 0.39 Kg, seguido del T2 con un suministro de 0.33 Kg, T1 con 0.30 Kg y el menor suministro estuvo en el T0 con 0.20 Kg, (Figura 17) (Anexo L).

**Tabla 8. Suministro de alimento y conversión alimenticia aparente**

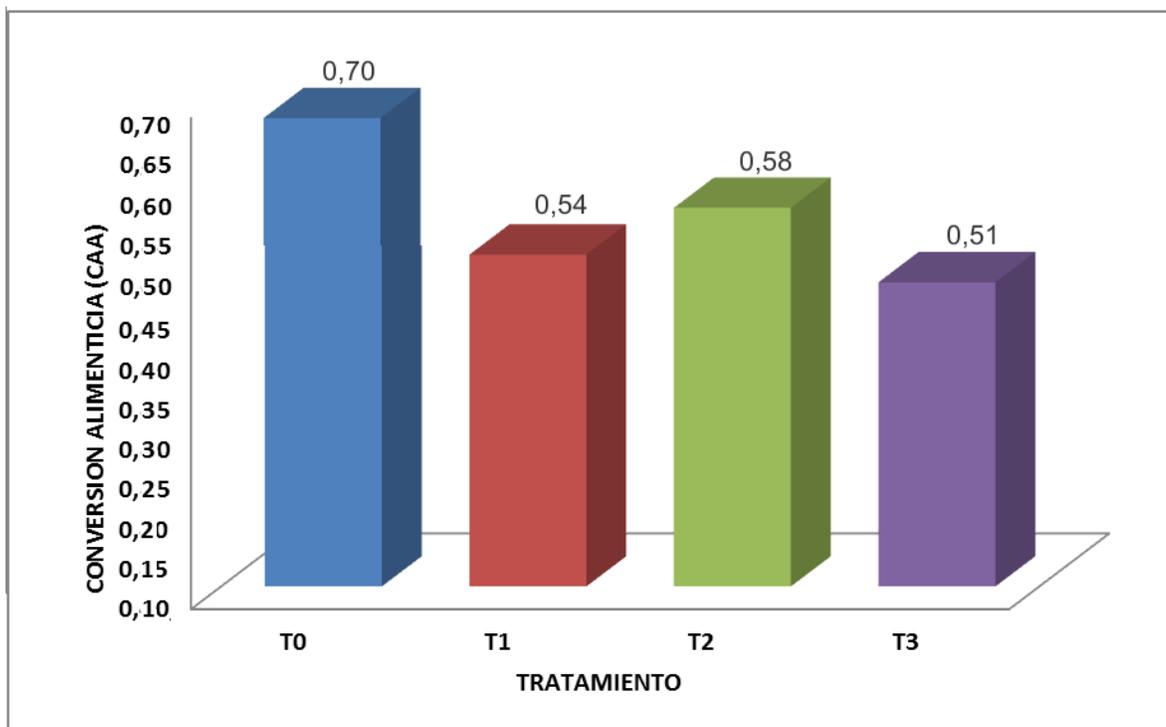
TRATAMIENTOS	BIOMASA INICIAL (Kg)	SUMINISTRO ALIMENTO (kg)	BIOMASA FINAL (Kg)	CAA
T0	0.02	0.20	0.31	0.70
T1	0.02	0.30	0.59	0.54
T2	0.03	0.33	0.60	0.58
T3	0.02	0.39	0.79	0.51

**Figura 17. Suministro total de alimento (Kg) por tratamiento**



**5.1.9 Conversión alimenticia aparente.** El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas significativas para esta variable ( $p > 0.05$ ) (Anexo M), donde el mejor valor se dio en el T3 con 0.51 (tabla 8), seguido por el T1 con 0.54, luego el T2 con 0.50 y por ultimo T0 con 0.70 (Figura. 18).

**Figura 18. Conversión alimenticia aparente**



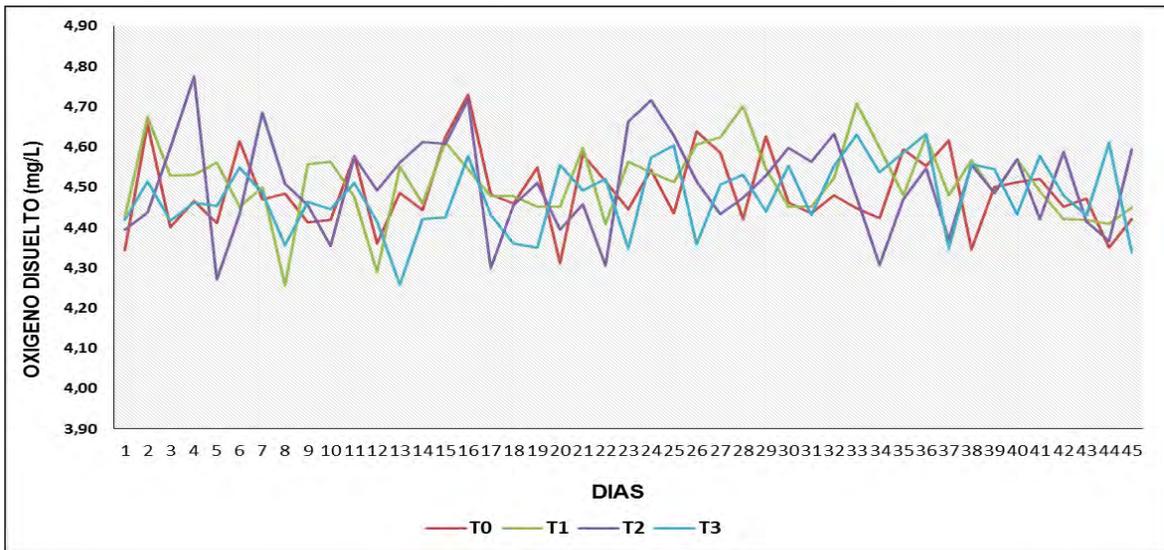
**5.1.10 Parámetros físico-químicos del agua.** Se monitoreó diariamente Temperatura (Anexo N), Potencial de hidrogeno pH (Anexo O) y Oxígeno disuelto (Anexo P). El análisis de varianza no presentó diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) indicando que no fueron fuente de variación en los resultados obtenidos en la investigación. Los valores promedio de los parámetros de calidad del agua se muestran en la (Tabla 9).

**Tabla 9. Promedio Parámetros físico químicos**

	T0	T1	T2	T3	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO
TEMPERATURA (°C)	27.98	28.26	28.32	28.31	28.22	27.98	28.32
pH (unidades)	7.49	7.51	7.49	7.51	7.50	7.49	7.51
OXIGENO DISUELTO (mg/L)	4.49	4.51	4.51	4.48	4.50	4.48	4.51

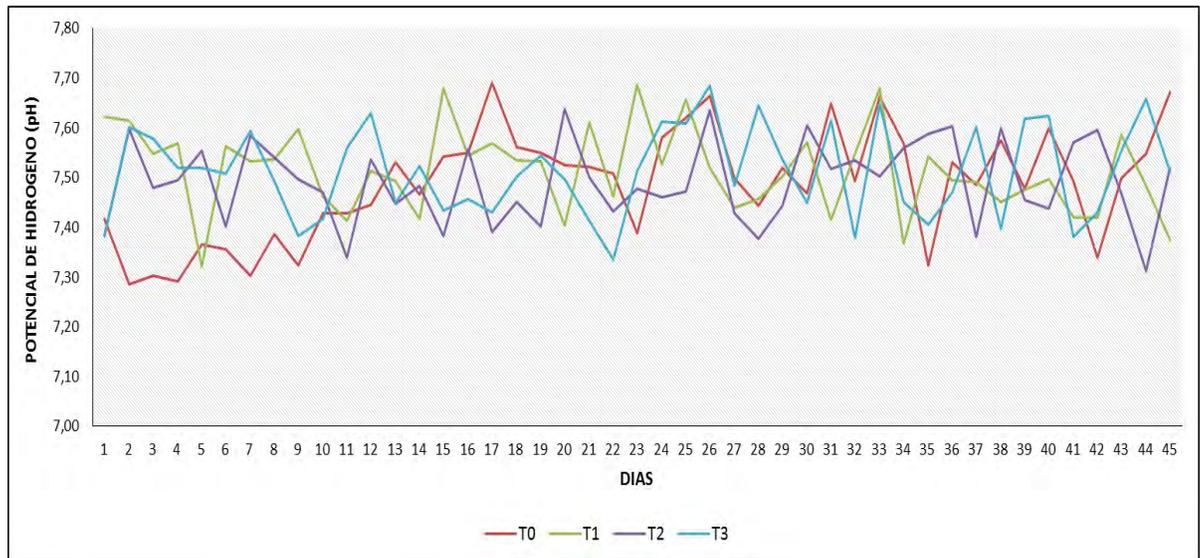
**5.1.10.1 Oxígeno disuelto.** Se efectuó un análisis de varianza para tres jornadas, mañana (0.37 > 0.05), medio día (0.07 > 0.05) y tarde (0.41 > 0.05); esto no presentó diferencias significativas entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95% (Anexo Q). El valor promedio para oxígeno disuelto fue de 4.50 mg/L. con un valor mínimo de 4.48 mg/L y un máximo de 4.51 mg/L (Figura. 19).

**Figura 19. Curva del comportamiento diario de Oxígeno disuelto**



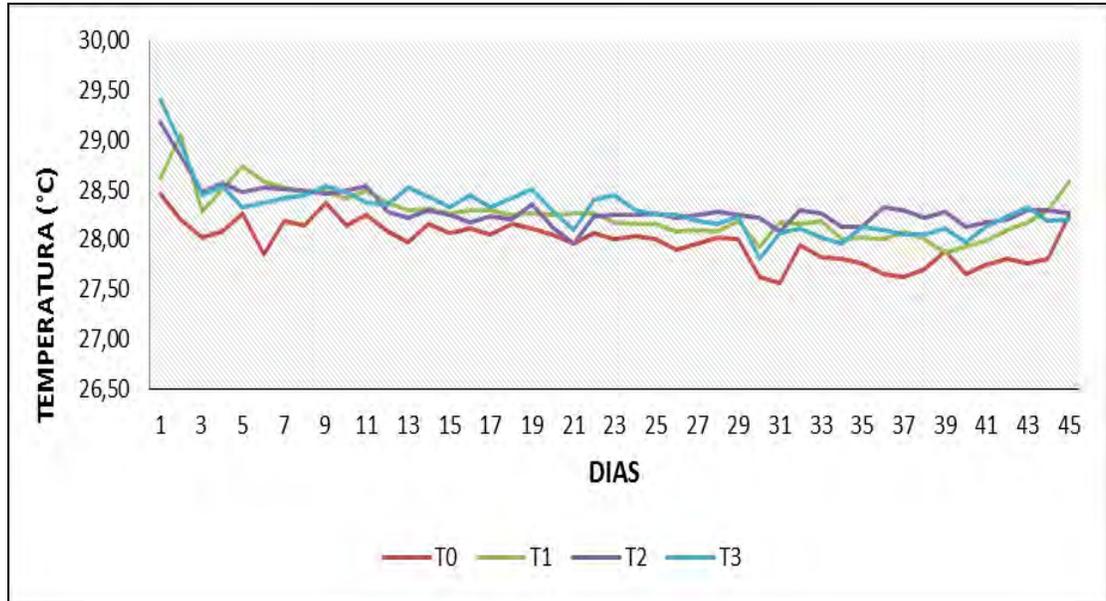
**5.1.10.2 Potencial de hidrogeno (pH).** La figura 20 muestra el comportamiento del pH durante el periodo experimental. El pH estuvo entre los valores de 7.49 y 7.52 con un promedio de 7.50. El análisis de varianza para tres jornadas, mañana (0.67 > 0.05), medio día (0.55 > 0.05) y tarde (0.47 > 0.05) de este parámetro no mostró diferencias significativas entre tratamientos (Anexo R).

**Figura 20. Comportamiento diario de pH**



**5.1.10.3 Temperatura.** Se registró una temperatura promedio durante el periodo de estudio de 28.22 °C (Figura 21), presentándose temperaturas mínimas y máximas de 27.98 °C y 28.32°C respectivamente. El análisis de varianza estableció que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos mañana ( $0.54 > 0.05$ ), medio día ( $0.54 > 0.05$ ), y tarde ( $0.30 > 0.05$ ). (AnexoS).

**Figura 21. Curva de temperatura promedio diario**



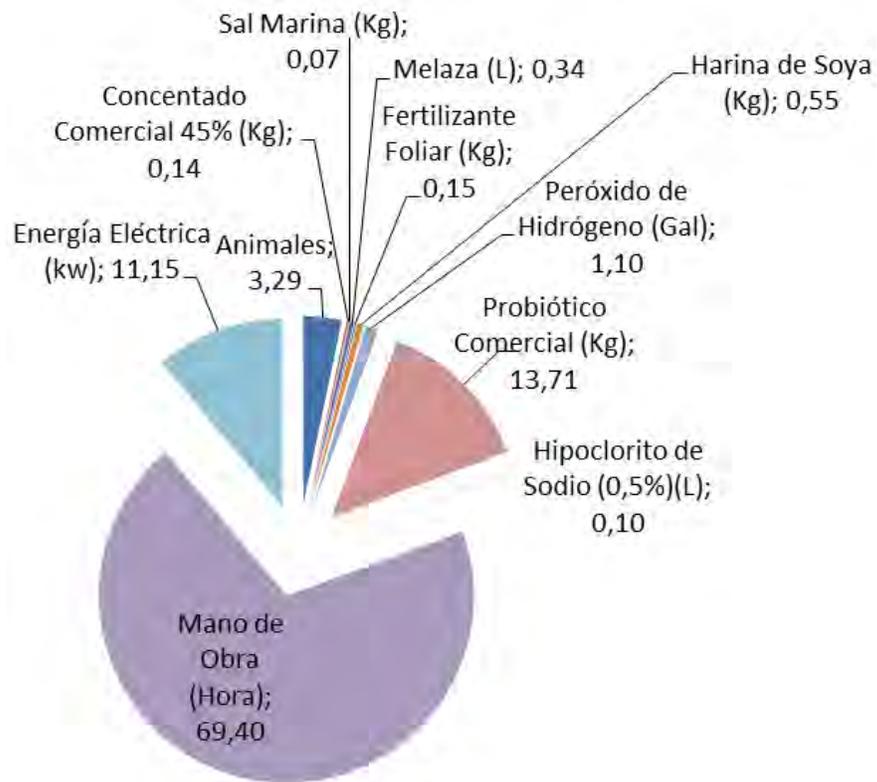
**5.1.11 Relación beneficio-costo.** Para el análisis de esta variable, se consideró el costo de los alevinos de tilapia roja, el balanceado comercial, la melaza, probiotico, harina de soya entre otros (Tabla 10). Además el costo de la energía se determinó teniendo en cuenta la capacidad del blower, las unidades del laboratorio y el costo de energía por kw/h (Figura 22).

**Tabla 10. Costos parciales de la investigación**

RUBROS	CANTIDAD	UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)	%
Animales	540	150	96000	3.29
Concentrado Comercial 45% (Kg)	2	2000	4000	0.14
Sal Marina (Kg)	1	2000	2000	0.07
Melaza (L)	2	5000	10000	0.34
Fertilizante Foliar (Kg)	1	4300	4300	0.15
Harina de Soya (Kg)	5	3200	16000	0.55
Peróxido de Hidrógeno (Gal)	2	16100	32200	1.10
Probiótico Comercial (Kg)	1	400000	400000	13.71
Hipoclorito de Sodio (0.5%)(L)	1	2800	2800	0.10

Mano de Obra (Hora)	450	4500	2025000	69.40
Energía Eléctrica (kw)	983	331	325373	11.15
<b>TOTAL</b>			<b>2917673</b>	<b>100</b>

**Figura 22. Porcentajes de costos en la investigación**

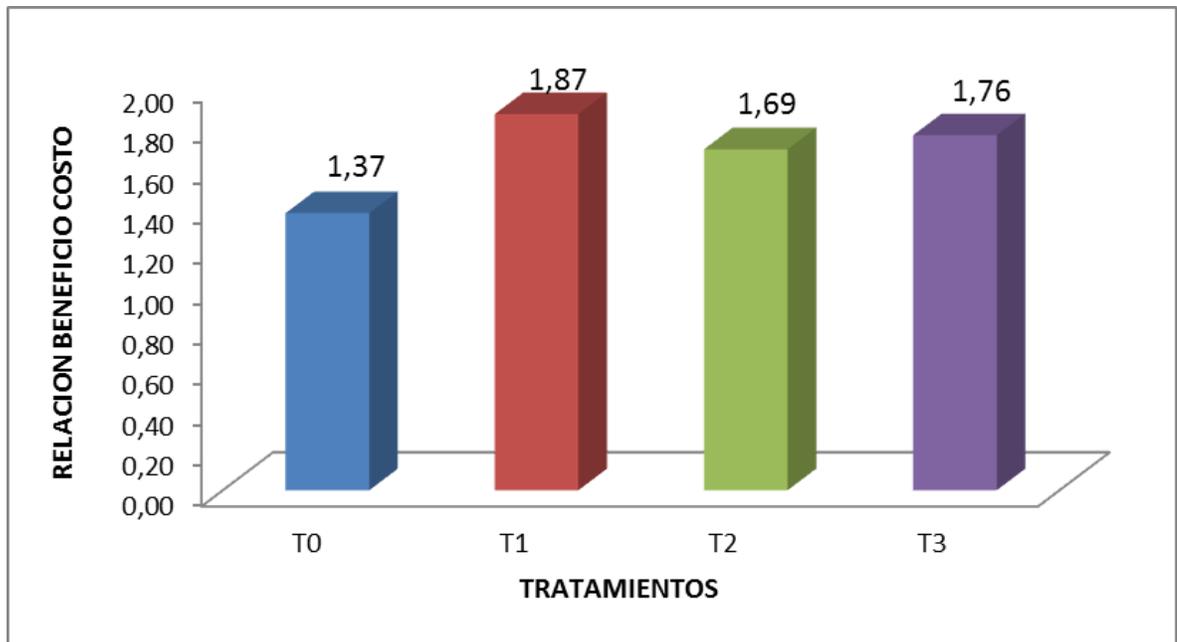


Las mejores relaciones beneficio costo se registraron en el tratamiento 1 con valor de 1.87, (Tabla 11) seguido por los tratamientos 3 y 2 con una valor de 1.76 y 1.69. Para el tratamiento T0 se aprecia una relación beneficio costo de 1.37 por lo tanto todos los tratamiento son viables económicamente, sobresaliendo el T1 el cual presentó una mayor supervivencia reflejada en una mayor rentabilidad. (Figura 23).

**Tabla 11. Relación Beneficio/ Costo**

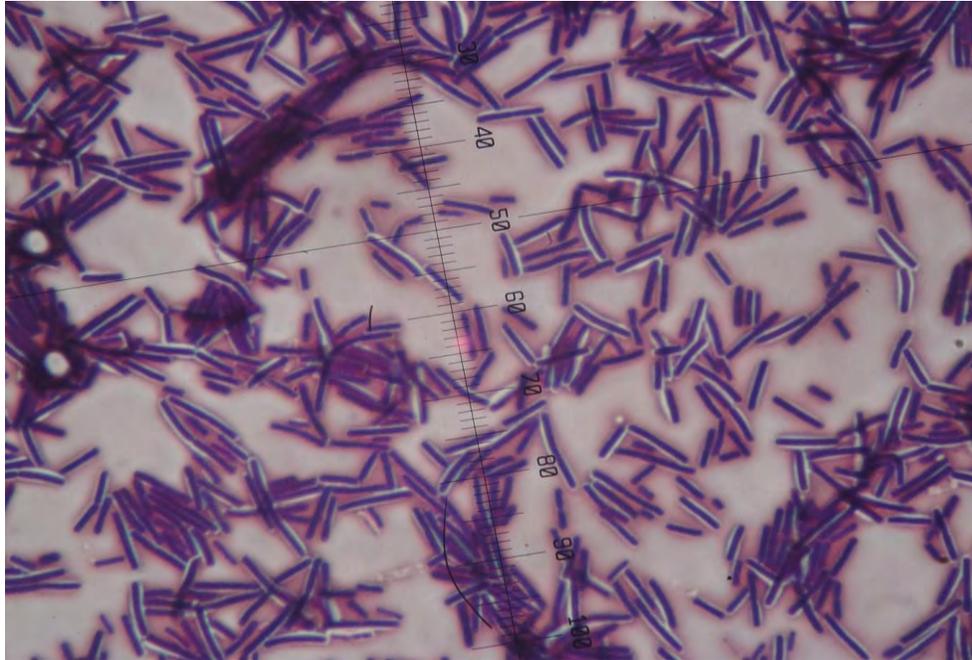
Tratamiento	Costo Total (\$)	Número Animales	Precio de Venta (\$)	Ingreso Bruto(\$)	Ingreso Neto(\$)	Beneficio Costo(\$)
<b>T0</b>	20538.05	83	340	28220	7681.95	1.37
<b>T1</b>	21506.86	118	340	40120	18613.14	1.87
<b>T2</b>	21519.72	107	340	36380	14860.28	1.69
<b>T3</b>	21634.56	112	340	38080	16445.44	1.76

**Figura 23. Relación beneficio/costo**



**5.1.12 Tinción de Gram.** De acuerdo a la tinción de Gram podemos afirmar que se observa bacterias Gram positivas; de color violeta con forma alargada correspondiente a un bacillo de 6 micras de largo y 1 micra de diámetro (Figura.24).

**Figura 24. Probiótico activado 100X**



**5.1.13 Conteo de Unidades Formadoras de Colonia (UFC).** El resultado del conteo se expresó como UFC/g y UFC/ml, para ello se multiplico el promedio del número de colonias obtenido por el inverso de la dilución final de la muestra, (tabla 12) (Anexo T.)

**Tabla 12. Conteo UFC Muestras Probiótico**

<b>DILUCIÓN</b>	<b>N° UFC/ml Probiótico Activado</b>	<b>N° UFC/g Probiótico No Activado</b>
$10^{-1}$	>300	>300
$10^{-2}$	>300	>300
$10^{-3}$	>300	>300
$10^{-4}$	>300	92
$10^{-5}$	>300	45
$10^{-6}$	>300	34
$10^{-7}$	127	28
$10^{-8}$	94	20
$10^{-9}$	68	16
$10^{-10}$	54	14

Se encontró que la mayor cantidad de unidades formadoras de colonia fue en el probiótico activado con  $68 \times 10^{10}$  UFC/ml y  $54 \times 10^{10}$  UFC/ml, por otro lado el número de UFC del probiótico no activado fue de  $14 \times 10^{10}$  UFC/g y  $16 \times 10^{10}$  UFC/g.

## 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 INCREMENTO DE PESO SEMANAL.

El efecto positivo del probiótico sobre el incremento de peso obtenido en esta investigación, es semejante al obtenido por Castillo y Maya<sup>82</sup> al utilizar un prebiótico y un probiótico en alevinos de tilapia roja reportando diferencias estadísticas significativas en esta variable siendo el mejor tratamiento el de la adición simultánea de 2g de prebiótico y 2 g de probiótico por Kg de alimento; lo anterior está de acuerdo con las investigaciones realizadas por Lara et al<sup>83</sup> y Guevara y Mateus<sup>84</sup>, quienes concluyen que la adición de probióticos en las dietas mejoran el crecimiento de especies acuícolas de cultivo obteniendo valores de 20.37g y 23.19g.

Palacios<sup>85</sup>, afirma que el incremento de peso se beneficia por el suministro continuo de bacterias benéficas contenidos en los diferentes probióticos comerciales, demostrando la capacidad de resistir la acción enzimática y mecánica del tracto gastrointestinal, lo que le permite colonizar el intestino y ejercer el efecto benéfico mediante la producción de nutrientes indispensables para la nutrición y el crecimiento de los ejemplares. Autores como Venkat et al<sup>86</sup> reportan datos positivos en postlarvas de camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) al ser alimentados con nauplios de *Artemia* impregnados con

---

<sup>82</sup> CASTILLO, N. MAYA, C. Evaluación comparativa de un prebiótico y un probiotico en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en estanque tipo invernadero. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto. Colombia. 2008. p. 63.

<sup>83</sup> LARA, et al, Op cit., p. 78.

<sup>84</sup> GUEVARA, J y MATEUS, R. Evaluación de la utilización de probióticos en la fase de levante del ciclo de producción de la mojarra roja (*Oreochromis sp*). Trabajo de grado (Zootecnista). Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2001. p. 61.

<sup>85</sup> PALACIOS, P. Evaluación comparativa de dos estimulantes de crecimiento tipo probiótico y prebiótico en el levante y ceba del sábalo amazónico (*brycon melanopterus cope*, 1872), en el centro experimental amazónico, Mocoa, putumayo, Colombia. Trabajo de grado (Ingeniería en producción Acuícola). Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Pecuarias. 2007. p. 103.

<sup>86</sup> VENKAT, H., SHAU, N., JAIN, K. Effect of feeding lactobacillus-based probiotics on the gut microflora, growth and survival of postlarvae of *Macrobrachium rosenbergii*. [on line]. India: Blackwell Science Ltd, 2004. 501 – 507 pp. (Citado el 10 de agosto de 2014). Disponible en internet: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2109.2004.01045.x> p. 501.

bacterias probióticas *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus sporogenes*; igualmente los datos del T3 de esta investigación coinciden con lo reportado por Pérez<sup>87</sup> en alevinos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), al de Vendemiatti et al<sup>88</sup> en alevinos de tilapia nilótica (*O. niloticus*).

## 6.2 TASA DE CRECIMIENTO SIMPLE PARA PESO (TCSP).

El comportamiento de la tasa de crecimiento simple presenta mayores valores en T1, T2 Y T3 en la fase de alevinaje de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Esto corrobora lo expuesto por López<sup>89</sup> quien afirma que en esta etapa las especies acuícolas presentan mayor eficiencia de procesos anabólicos y fisiológicos utilizados para su desarrollo.

## 6.3 INCREMENTO DE LONGITUD.

Los resultados obtenidos en esta investigación ( T0= 5.84 cm; T1= 7.32cm ; T2= 7.16 cm; T3= 7.99 cm) demuestran la eficiencia de la incorporación de probióticos en el alimento para la fase de alevinaje de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), esta variable la corroboran Castillo y Maya<sup>90</sup>, quienes demostraron que los mejores incrementos de longitud se alcanzan mediante la incorporación de 2.0 g de probiótico y 2.0 g de prebiótico por kg de alimento; también coincide con Guevara y Mateus<sup>91</sup>, quienes obtuvieron los mejores incrementos de longitud en la especie

---

<sup>87</sup> PÉREZ, R. Efecto de la inclusión de probióticos y prebióticos en dietas para la fase de alevinaje de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Trabajo de grado (Zootecnista). Santa Fe de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2004. p.73 p.

<sup>88</sup> VENDEMIATTI, J., BELÉM, A., EURICO, J. Mananoligosacarídeos alimentares (MOS) como agentes profiláticos das infecções por *Edwardsiella tarda* em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). En: II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. España. (Citado el 10 de agosto de 2014) Disponible en internet: <http://www.civa2003.org>, p. 132.

<sup>89</sup> LÓPEZ, J. Nutrición Acuícola: Fisiología digestiva de los organismos hidrobiológicos de cultivo. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1997. p. 211.

<sup>90</sup> CASTILLO. N; MAYA C , Op cit., p. 64

<sup>91</sup> GUEVARA, et al, Op cit., p. 80.

*Oreochromis. sp* con valores de 28.32 cm, sin embargo Cabrera y Santa Cruz<sup>92</sup>, no encontraron diferencias estadísticas, pero obtuvieron mayores incrementos de longitud en los tratamientos con probióticos.

Guevara *et al*<sup>93</sup>, encontraron que durante el periodo de investigación en tilapia roja el aumento de longitud estándar promedio de los tratamientos con probióticos fue superior al tratamiento control indicando diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Balan y Martinez<sup>94</sup> evaluaron la inclusión de una mezcla de microorganismos benéficos (*Rhodopseudomonas sp.*, *Saccharomyces sp.*), y en menor cantidad hongos (*actinomicetes*), sobre el crecimiento de juveniles y alevinos de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), en condiciones de campo y laboratorio respectivamente. En la fase de campo encontraron diferencias significativas entre tratamientos, los individuos que recibieron la mezcla probiótica mostraron mejores incrementos de longitud y peso a diferencias del grupo control. Sin embargo en la fase de laboratorio no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, la ganancia de peso y longitud fue similar tanto para el grupo control como para el grupo que recibió la mezcla probiótica.

## 6.4 SUPERVIVENCIA.

Los porcentajes de supervivencia obtenidos en esta investigación son inferiores a los encontrados por Meurer<sup>95</sup>, quien obtuvo un porcentaje de supervivencia del 94.12%, utilizando como probiótico *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de alevinos de tilapia nilótica (*O. niloticus*). En esta investigación se obtuvo el mayor porcentaje en el T1 con el 87.40%, por lo que se asume que el uso de

---

<sup>92</sup> CABRERA, S., SANTACRUZ, C. Efecto de un promotor de crecimiento (Flavofosfolipol) sobre post-larvas de camarón (*Penaeus vannamei*). Cultivado en estanques. (Trabajo de grado zootecnia). Pasto. Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Zootecnia. 1993. 91. p.

<sup>93</sup> GUEVARA, *et al*, Op cit., p. 3.

<sup>94</sup> BALAN, T., MARTINEZ, D. Uso de microorganismos eficientes (EM) en la alimentación de Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad EARTH. Guácimo-Limon, Costa Rica 2007. 49 p.

<sup>95</sup> MEURER. A. Levadura como probiótico na reversão sexual da tilápia-do-Nilo. En: Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. Palotina, Brasil: Vol. 9, No .4, (2008). p. 804-812. Disponible en internet: URL: <http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/1071/698>.

probióticos es recomendable en esta etapa, puesto que es fuente de nutrientes y mejora la digestión por efecto de enzimas esenciales, lo cual se puede observar claramente en este estudio al comparar este valor con el tratamiento control al cual no se adicionó ningún estimulante de crecimiento y en el que se obtuvo un porcentaje de supervivencia del 61.48%.

Lara et al<sup>96</sup>, demostraron que la inclusión de probióticos en dietas para tilapia nilotica sometidas a estrés, incrementó la supervivencia significativamente. Gatosoupe, citado por Lara et al<sup>97</sup>, también observó este efecto en larvas de *Scophthalmus maximus*, al administrarles bacterias ácido lácticas; Douillet Langdon, citados por Lara et al<sup>98</sup>, encontraron que al utilizar un tipo de levadura, se incrementó la supervivencia de larvas de *Crassostrea gigas*.

## 6.5 SUMINISTRO DE ALIMENTO.

Los valores obtenidos en este estudio (T1= 0.30 Kg; T2 0.33 Kg Y T3 0.39 Kg) son semejantes a lo reportado por Burbano<sup>99</sup> quien afirma que el mayor consumo se presentó en el tratamiento (balanceado comercial más la adición de probiótico) frente al tratamiento testigo (balanceado comercial), demostrando que la utilización de buenas prácticas sanitarias y el uso de probióticos mejoran la apetencia y voracidad del concentrado por parte de los animales.

---

<sup>96</sup> LARA, M., ESCOBAR, L., OLVERA, M. avances en la utilización de probioticos como promotores de crecimiento en tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*). Centro de investigaciones y estudios avanzados del IPN. Unidad Mérida, México. 2006. p. 4. citado el 12 de agosto de 2014. Disponible en internet: [www.uanl.mx/selecciones/publicaciones/nutricion\\_acuicola/VI.../A22.pdf](http://www.uanl.mx/selecciones/publicaciones/nutricion_acuicola/VI.../A22.pdf).

<sup>97</sup> Ibid., p.5.

<sup>98</sup> Ibid., p. 5.

<sup>99</sup> BURBANO., H. Implementación de un programa de control sanitario preventivo en el cultivo de tilapia nilotica (*oreochromis niloticus* var. chitralada) en la piscícola botero Huila, Colombia. Informe de pasantía. Ingenieria en Produccion Acuicola. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Pasto. 2012. p. 61.

## 6.6 CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE.

Los resultados obtenidos (T0= 0.70; T1= 0.54; T2= 0.58; T3= 0.51) para esta variable son estadísticamente semejantes entre los tratamientos, por lo tanto la inclusión de probióticos no afectó la conversión alimenticia aparente; estos resultados son similares a lo reportado por Castillo y Maya<sup>100</sup>, quienes no registran diferencias significativas en esta variable, sin embargo el tratamiento que incluyó la adición de probiótico y prebiótico presentó una conversión con un valor de 1.27 en la alimentación de tilapia roja.

De igual manera Lara et al<sup>101</sup>, no registran diferencias estadísticas significativas en la variable conversión alimenticia al adicionar a la dieta para alevinos de tilapia nilótica (*O. niloticus*) 0,1% del probiótico constituido por *L. acidophilus* y *S. faecium* registrando un valor de 1.69 a diferencia de 2.12 obtenido en el tratamiento testigo; igualmente no detectan diferencias estadísticas Freccia et al<sup>102</sup> encontrando un valor de 1.50 en el tratamiento suplementado con 0.1 % de probiótico y 1.52 en el tratamiento control.

Los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores a los obtenidos por Pérez<sup>103</sup> quien registró conversiones alimenticias de 0,93, 0,76 y 0,72 al suministrar en la dieta a alevinos de cachama blanca (*P. brachypomus*) con peso inicial promedio de  $0.875 \pm 0.0074$  g, dos probióticos y un prebiótico, respectivamente. Esto se debe a que los peces de menor edad aprovechan el alimento con mayor eficiencia; De igual modo están por debajo de la conversión alimenticia aparente con valor de 1.14 lograda por Guevara y Mateus<sup>104</sup> al incorporar en la dieta para juveniles de tilapia roja (*O. spp*) distintas concentraciones de probiótico y 1.92 para su tratamiento control; así mismo los

---

<sup>100</sup> CASTILLO, N. MAYA, Op.cit., p.111.

<sup>101</sup> LARA et al., Op. cit., p. 317 - 318.

<sup>102</sup> FRECCIA, A., MEURER, F., SILVA, M., BUENO, J., MAEURWERK, L. Efeito do probiótico *Saccharomyces cerevisiae* no desempenho de larvas de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em água de tanque de cultivo. [on line]. Brasil, 2002. 1 p. (citado el 13 de mayo de 2014). Disponible en internet: <http://www.pucpr.br/educacao/pibic/arquivo/2004/evento/vimp/MPCV22.html>

<sup>103</sup> PÉREZ, Op. cit., p. 73.

<sup>104</sup> GUEVARA., MATEUS, Op. cit., p. 34.

datos de conversión calculados por Venkat et al<sup>105</sup> al bioencapsular probióticos en nauplios de *Artemia salina* y suministrarlos como alimento a postlarvas de *Macrobrachium rosenbergii*.

## 6.7 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

**6.7.1 Oxígeno disuelto.** Castillo<sup>106</sup> menciona que el oxígeno disuelto es el requerimiento de mayor importancia al igual de la temperatura, el rango óptimo está por encima de los 4 mg/litro. Los valores obtenidos durante el periodo experimental están por encima de este valor, y se consideran adecuados para cultivos intensivos y extensivos de tilapia según lo afirma Cantor<sup>107</sup>.

**6.7.2 Potencial de hidrogeno (pH).** Durante el periodo de investigación los valores de pH presentaron una leve variación y oscilaron entre 7.0 y 7.72, estos rangos son adecuados para el cultivo de esta especie, de acuerdo a Cantor<sup>108</sup>, quien señala que el rango deseable para el mantenimiento de *Oreochromis sp*, está entre el 6.5 y 9. Igualmente Boyd<sup>109</sup> afirma que los valores de pH entre 6.5 y 9.0 son los más adecuados para la producción de peces en cualquiera de sus etapas.

**6.7.3 Temperatura.** Según Castillo<sup>110</sup> todos los organismos hidrobiológicos de cultivo tienen un rango óptimo de temperatura y se presentan enfermedades cuando esta se encuentra por debajo o por encima, llegando inclusive a ser letales al afectar directamente la tasa metabólica del pez. Sin embargo los valores

---

<sup>105</sup> VENKAT, SHAU, JAIN, Op. cit., p. 501.

<sup>106</sup> CASTILLO, L. Tilapia roja 2011. Una Evolución de 29 Años, de la Incertidumbre al Éxito. Cali, Valle – Colombia. 2011. p. 43-44. Citado el 15 d agosto de 2014 Disponible en Internet. URL: <http://www.ag.arizona.edu/azaqua/ista/reports/TILAPIAROJA2010.doc>

<sup>107</sup> CANTOR, F. Óp. cit. p. 15.

<sup>108</sup> *Ibíd.*, p. 21.

<sup>109</sup> BOYD, C. E. Water quality in pound for aquaculture, EEUU. 482 p. Citado por: SUMMERFELT, Robert. Water Quality Considerationsfor Aquaculture. 1990. Citado el 15 de Agosto de 2014. Disponible en Internet: <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/aqua.pdf>

<sup>110</sup> CASTILLO., Op., cit. p.44.

promedio semanal de temperatura obtenidos en esta investigación se mantuvieron dentro de los rangos óptimos manifestados entre 27-30 °C, tal cual como lo manifiesta Saavedra<sup>111</sup>.

López<sup>112</sup> afirma que valores como los encontrados en esta investigación, son considerados como temperaturas efectivas para especies de aguas cálidas como las tilapias. Las fluctuaciones de temperatura durante las 24 horas, no afectaron negativamente las variables de crecimiento de los ejemplares de tilapia roja, debido a la rusticidad de esta especie.

## 6.8 RELACIÓN BENEFICIO - COSTO.

Resultados similares obtuvieron Castillo y Maya<sup>113</sup> quienes demostraron que mediante la incorporación de probióticos y prebióticos en la alimentación de alevinos de tilapia roja se obtuvieron mejores resultados en la relación beneficio costo de 1.12. Así mismo Cárdenas y López<sup>114</sup> obtuvieron un índice de relación beneficio-costo de 2.8 para los tratamientos que incluyeron promotores de crecimiento en alevinaje de arawana plateada, los resultados también indicaron que en estos tratamientos se obtuvo los mayor supervivencia. De igual manera Palacios<sup>115</sup> demostró que en los tratamientos con inmunoestimulantes se obtuvieron mayores porcentajes de supervivencia y por ende mayores índices de relación beneficio-costo.

---

<sup>111</sup> SAAVEDRA., M. Manejo del cultivo de tilapia. Managua, Nicaragua. 2006. p. 6. Citado el 15 de agosto de 2014. Disponible en Internet. URL: [http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades\\_del\\_cultivo\\_de\\_Tilapia.pdf](http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades_del_cultivo_de_Tilapia.pdf)

<sup>112</sup> LÓPEZ, J. Op., Cit p. 18.

<sup>113</sup> CASTILLO., Y MAYA., Op Cit., P.74.

<sup>114</sup> CARDENAS, V., LOPEZ, J. Evaluación del efecto de la inclusión de probioticos e inmunoestimulantes en el alimento comercial, en el crecimiento y supervivencia de alevinos de arawana plateada (*osteoglossum bicirrosom*) en condiciones de laboratorio. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de ingeniería en producción Acuicola. Pasto. Colombia.2010. P. 75.

<sup>115</sup> PALACIOS., P. Op Cit. P. 74.

## 6.9 CONTEO DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIA (UFC)

Los resultados obtenidos (Probiótico activado  $68 \times 10^{10}$  UFC/ml y  $54 \times 10^{10}$  UFC/ml) muestran claramente un incremento en el número de unidades formadoras de colonia del probiótico activado con respecto al probiótico no activado, atribuyéndole este incremento al estricto cumplimiento del protocolo de laboratorio y a la a la efectividad del medio en el que se activó. De esta forma se aseguró que la cantidad de unidades formadoras de colonia que se suministraron a los animales estuvo semejante a las concentraciones recomendadas por el fabricante.

La cantidad de unidades formadoras de colonia producidas por el probiótico activado en este estudio fue superior a las reportadas por Wang citado por Betancourt<sup>116</sup> quien encontró una cantidad de  $1 \times 10^7$  UFC/ ml del microorganismo probiótico *Enterococcus faecium* suministrado durante 40 días en el cultivo de Tilapia negra (*O. niloticus*).

Resultados inferiores también obtuvieron Apum y Zhou, citados por Betancourt<sup>117</sup> quienes encontraron  $1 \times 10^3$  UFC/ml y  $1 \times 10^7$  UFC/ml de las cepas *Bacillus sp* y *B. coagulans* suministrados durante 134 y 40 días respectivamente en el cultivo de tilapia negra (*O. niloticus*); obteniendo efectos positivos en cuanto a ganancia diaria de peso, tasa específica de crecimiento y peso final.

Cha<sup>118</sup> encontró una cantidad de  $1 \times 10^4$  UFC/ml inferior a la reportada en esta investigación de la cepa *B. subtilis* y *B. licheniformis*, administrado durante 5 días en la producción de Lenguado japonés (*Paralichthys olivaceus*); obteniendo efectos positivos en la supervivencia.

---

<sup>116</sup> BETANCOURT, D. Op., Cit p. 48.

<sup>117</sup> Ibid. p. 30.

<sup>118</sup> CHA, J-H., RAHIMNEJAD, S., YANG, S-Y., KIM, K-W., LEE, K-J. (2014). Evaluations of *Bacillus* spp. as dietary additives on growth performance, innate immunity and disease resistance of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) against *Streptococcus iniae* and as water additives. *Aquaculture*, vol. 45, no. 3, p. 405.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

Existe viabilidad productiva al incorporar probióticos en el alimento concentrado para mejorar el crecimiento y supervivencia de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*), aumentando la rentabilidad.

La adición de 0.15L probiótico/kg (T3) determinaron en términos absolutos y estadísticos las mejores tasas de crecimiento simple para peso y longitud.

La mejor supervivencia fue de 87.40% (T1) en con el testigo comparación con el testigo con valor de 61.48% (T0), reflejando una rentabilidad de 1.87.

La adición de probioticos no influye en la conversión alimenticia aparente puesto que estadísticamente los valores encontrados fueron muy similares.

La temperatura, pH y oxígeno disuelto durante el periodo de estudio se mantuvieron dentro de los rangos óptimos para el cultivo de esta especie y no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

El análisis económico determinó que en este ensayo con tilapia roja (*Oreochromis sp*) se reporta mayor rentabilidad en los tratamientos suplementados con probióticos, especialmente el T1 con la más alta relación beneficio costo respecto con el tratamiento testigo T0.

## 7.2 RECOMENDACIONES

Fomentar mediante la socialización de esta investigación la incorporación de probióticos en los balanceados comerciales en sistemas acuícolas intensivos y super intensivos de tilapia roja.

Evaluar mediante técnicas moleculares el tiempo de permanencia del probiótico en el intestino de los alevinos de tilapia roja.

Se debe hacer periódicamente controles de calidad del probiótico suministrado a los animales con el fin de monitorear posibles contaminantes que influyan en la normal actividad del probiótico.

Teniendo en cuenta que en Colombia la disponibilidad de probióticos para uso en acuicultura es limitada, se sugiere que nuevos estudios se centren en la búsqueda rigurosa de microorganismos probióticos nativos potenciales, que puedan mejorar la sobrevivencia, fortalecer el sistema inmunológico e incrementar las tasas de crecimiento de los peces de importancia acuícola comercial de nuestro país.

Realizar estudios con probióticos incorporados en el alimento como una herramienta para el control de las principales patologías de origen bacteriano que afectan al cultivo de tilapia roja.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

ADDO S, DANIELS W. y TERHUNE J. Evaluación del lymnozyme producto probiótico como un control de la infección efectivo de *Columnaris* en juveniles de Bagre de canal. Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University 2013. p.4.

ALCALDÍA DE PASTO. Información general. San Juan de pasto. Colombia, Pasto. (Fecha de consulta: 19 de octubre 2011). Disponible en internet: [http://www.pasto.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60&Itemid=61](http://www.pasto.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=61).

AGUAYO, D. Uso de probiótico y  $\beta$ -1,3/1,6-glucanos en la alimentación del camarón *Liptopenaeus vannamei* como estrategia para incrementar la producción. Escuela superior politécnica del litoral. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. Programa de Ingeniería Acuícola. Guayaquil. Ecuador. 2006. p. 36.

AGUIRRE G. Aplicación de probióticos en la acuicultura. Memorias del primer simposium internacional de nutrición acuícola. Universidad de Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. 11 al 13 de noviembre de 1992. (citado el 2 de octubre de 2013) Disponible en internet <http://fmvz.uat.edu.mx/investigacion/alfabetico/probioti.pdf>. p.332-337.

ARCINIEGAS, O. Determinación del efecto de la pasta de ajo (*allium sativum*) y un bacilo gram positivo (*bacillus amyloliquefaciens*), en un alimento comercial, sobre el crecimiento y supervivencia de postlarvas de tilapia roja (*oreochromis sp*; trewavas 1983). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto. Colombia. 2014. p. 32.

Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura – AUNAP. Diagnóstico del estado actual de la acuicultura en Colombia. Bogotá. 2011.

BALAN, T., MARTINEZ, D. Uso de microorganismos eficientes (EM) en la alimentación de Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad EARTH. Guácimo-Limon, Costa Rica 2007. 49 p.

BALCAZAR, J. L. Uso de probióticos en acuicultura. Aspectos generales. Congreso iberoamericano virtual de acuicultura (CIVA). Citado el 2 de octubre de 2014. En: <http://www.civa2002.org>.

BARDACH, J.; RYTHER, J., McLARNEY, W. Acuicultura, crianza y cultivo de organismos marinos de agua dulce. AGT Editor, S.A. México D.F. 1990. p.288.

BETANCOURT., D. efecto de lactobacillus plantarum lab 9 sobre el crecimiento y sobrevivencia de alevinos y juveniles de tilapia roja (*oreochromis sp.*) (Trabajo de grado Biología). Pasto. Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Biología. 2013. 30. p

BOYD, C. E. Water quality in pound for aquaculture, EEUU. 482 p. Citado por: SUMMERFELT, Robert. Water Quality Considerationsfor Aquaculture. 1990. Citado el 15 de Agosto de 2014. Disponible en Internet: <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/aqua.pdf>.

BURBANO., H. Implementación de un programa de control sanitario preventivo en el cultivo de tilapia nilotica (*oreochromis niloticus* var. chitralada) en la piscícola botero Huila, Colombia. Informe de pasantía. Ingenieria en Produccion Acuicola. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Pasto. 2012. p 61.

BURR, G., GATLIN, D. Microbial ecology of gastrointestinal tract of fish and the potencial application of prebiotics and probiotics in finfish aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2005. Vol.36. No. 4, p. 425-436.

CABRERA, S., SANTACRUZ, C. Efecto de un promotor de crecimiento (Flavofosfolipol) sobre post-larvas de camarón (*Penaeus vannamei*). Cultivado en estanques. (Trabajo de grado zootecnia). Pasto. Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Zootecnia. 1993. 91. p.

CAMACHO, A., GILES, M., ORTEGÓN, A., PALAO, M., SERRANO, B., VELÁZQUEZ, O. 2009. Técnicas para el análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México. p1. (citado el 4 de marzo de 2014). Disponible en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-en-placa\\_6527.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-en-placa_6527.pdf)

CANTOR, F. Cultivo de tilapia, manual de cultivo. (citado el 27 de noviembre de 2013). Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/26642997/Curso-de-Cultivo-de-Tilapia>

CARDENAS, V., LOPEZ, J. Evaluación del efecto de la inclusión de probioticos e inmunoestimulantes en el alimento comercial, en el crecimiento y supervivencia de alevinos de arawana plateada (*osteoglossum bicirrosom*) en condiciones de laboratorio. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de ingeniería en producción Acuicola. Pasto. Colombia.2010. p. 75.

CASTILLO, L. Tilapia roja 2011. Una Evolución de 29 Años, de la Incertidumbre al Éxito. Cali, Valle – Colombia. 2011. p. 43-44. Citado el 15 d agosto de 2014 Disponible en Internet. URL: <http://www.ag.arizona.edu/azaqua/ista/reports/TILAPIAROJA2010.doc>.

CASTILLO, N. MAYA, C. Evaluación comparativa de un prebiótico y un probiótico en alevinos de tilapia roja (*oreochromis sp*) en estanque tipo invernadero. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Ingeniería en producción acuícola. Pasto. Colombia. 2008. p. 63.

CORAL, J., TORO, N. Efecto del 17  $\beta$ -estradiol como estimulante en el crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante la fase de alevinaje. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa Zootecnia. 1998. p. 17.

COLABORADORES DE WIKIPEDIA. San Juan de Pasto. (fecha de consulta: 1 de octubre 2014) .En: Wikipedia La Enciclopedia Libre. Disponible en internet: [http://es.wikipedia.org/wiki/San\\_Juan\\_de\\_Pasto](http://es.wikipedia.org/wiki/San_Juan_de_Pasto).

CHA, J-H., RAHIMNEJAD, S., YANG, S-Y., KIM, K-W., LEE, K-J. Evaluations of Bacillus spp. as dietary additives on growth performance, innate immunity and disease resistance of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) against Streptococcus iniae and as water additives. Aquaculture, vol. 45, no. 3, p. 405.

DENEV, S., STAYKOV, Y., MOUTAFCHIEVA, R., BEEV, G. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of probiotics and prebiotics in finfish aquaculture. International Aquatic Research, 2009. Vol.1. No.1. p. 29.

ESCOBAR, L., OLVERA, M., PUERTO, C. Avances sobre la ecología microbiana del tracto digestivo de la tilapia y sus potenciales implicaciones en: VIII SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA. 15-17 noviembre. Monterrey, Nuevo León, México, Universidad Autónoma de Nuevo León. 2006. p.7.

ESPAÑA, A. Guía de Laboratorios de Microbiología. universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. citado el 5 de octubre de 2014. Disponible en internet: <https://es.scribd.com/doc/176432601/Practicas-de-Laboratorio-Microbiologia-Alex>.

FAO. El estado actual de la pesca y la acuicultura. ISBN 978-92-5-306029-0-Roma. 2009

FRECCIA, A., MEURER, F., SILVA, M., BUENO, J., MAEURWERK, L. Efeito do probiótico *Saccharomyces cerevisiae* no desempenho de larvas de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em água de tanque de cultivo. [on line]. Brasil, 2002. 1 p. (citado el 13 de mayo de 2014). Disponible en internet: <http://www.pucpr.br/educacao/pibic/arquivo/2004/evento/vimp/MPCV22.html>

GUEVARA, J., MATEUS, R. Evaluación de la utilización de probióticos en la fase de levante del ciclo de producción de la mojarra roja (*Oreochromis sp.*). Trabajo de grado (Zootecnista). Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2001. p. 61.

GULLIAN, M. Estudio del efecto inmunoestimulante de bacterias probióticas asociadas al cultivo de (*Penaeus vannamei.*) Trabajo de grado. (Magíster en ciencias). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de ingeniería marítima y ciencias del mar. [on line]. Ecuador: CENAIM, 2001. (Citado 3 de septiembre del 2014). Disponible en Internet: <http://www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/maestria/2001/gullian.pdf>. p. 10

HURTADO, N. Inversión sexual en tilapias. Ingenieros Consultores. Lima, Perú. 2005. p. 4. (citado el 1 de octubre de 2013). Disponible en internet URL: [http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh\\_invsextilapia.pdf](http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh_invsextilapia.pdf).

KEETON INDUSTRIES, Inc. Why Use Lymnozyme. Wellinton USA. 2007. p. 8.

KIM, D-H., Austin, B. Innate immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) induced by probiotics. *Fish & Shellfish Immunology*, 2006. Vol. 21. No. 5, p. 513-524.

KUMARI, J and SAHOO, P. Dietary  $\beta$ -1,3 glucan potentiates innate immunity and disease resistance of Asian catfish, *Clarias batrachus*. [on line]. China: Blackwell Science Ltd, 2006. 1 p. (citado el 11 de agosto de 2014). Disponible en internet: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2761.2006.00691.x?prevSearch=allfield%3A%28sahoo%29>.

LARA, M.; ESCOBAR, L., OLVERA, M. Avance en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilotica (*oreochromis niloticus*). En: Memoria del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Cancún, Quintana Roo. México. 2002, p. 330.

LARA, M; ESCOBAR, L., OLVERA, M. avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*). Centro de investigaciones y estudios avanzados del IPN. Unidad Mérida, México. 2006. p.

4.citado el 12 de agosto de 2014. Disponible en internet: [www.uanl.mx/selecciones/publicaciones/nutricion\\_acuicola/VI/.../A22.pdf](http://www.uanl.mx/selecciones/publicaciones/nutricion_acuicola/VI/.../A22.pdf).

LEOVIZ, D. Beneficios de los probioticos. (citado el 2 de octubre de 2013) Disponible en internet: [http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion\\_acuicola/IV/archivos/27gates.pdf](http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/27gates.pdf).

LÓPEZ, Jorge. Nutrición Acuícola: Fisiología digestiva de los organismos hidrobiológicos de cultivo. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1997. 211. p.

LOPEZ, J., IMUEZ, M., BURGOS, Álvaro., RODRIGUEZ, J., MENA, P., TORRES, C. Evaluación de inmunoestimulantes en las fases de levante y ceba de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), cultivada en jaulas flotantes. En el lago Guamuez. Universidad de Nariño. Vicerrectoría de investigaciones, posgrados y relaciones internacionales. Sistema de investigaciones. Pasto. Colombia. 2005.

MARTINEZ, M. Relación entre el uso de *bacillus* y *lactobacillus* y el nivel de sobrevivencia de tilapia nilotica durante desafíos experimentales con bacterias patógenas. En: Revista colombiana de ciencias pecuarias: memorias del IV congreso colombiano de acuacultura. Medellín, Colombia. (octubre 2008). P. 3. Citado el 12 de agosto de 2014. Disponible en internet: [http://rccp.udea.edu.co/v\\_anteriores/21-3-pdf/v21n3a22.pdf](http://rccp.udea.edu.co/v_anteriores/21-3-pdf/v21n3a22.pdf).

MERRIFIELD, D., DIMITROGLOU, A., FOEY, A., DAVIES, S., BAKER, R., BOGWALD, J., CASTEX, M., RINGO, E. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*, 2010. Vol.302. No.1-2, p. 1-18.

MEURER. A. Levadura como probiótico na reversão sexual da tilápia-do-Nilo. En: Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. Palotina, Brasil: Vol. 9, N.4, 2008. p. 804-812. Disponible en internet: URL: <http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/1071/698>.

PALACIOS, P. Evaluación comparativa de dos estimulantes de crecimiento tipo probiótico y prebiótico en el levante y ceba del sábalo amazónico (*brycon melanopterus cope*, 1872), en el centro experimental amazónico, Mocoa, putumayo, Colombia. Trabajo de grado (Ingeniería en producción Acuícola). Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Pecuarias. 2007. p. 103.

PANIGRAHI, A., KIRON, V., PUANGKAEW, J., KOBAYASHI, T., SATOH, S., y SUGITA, H. The viability of probiotic bacteria as a factor influencing the immune response in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*. 2005. Vol. 243. No. 1-4, p. 241-254.

PEDROSA, V. Lesões anatomopatológicas associadas à ocorrência bacterioses em tilápias (*Oreochromis niloticus*) de diferentes sistemas de cultivo em pernambuco/Brasil. (Tese de mestrado). Universidad Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca, Recife, Brasil. 2009. 60 p.

PEREIRA, R., ROSERO. Efecto del *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 4356) y la levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae* como probióticos en la alimentación de pavos durante la fase de cría. Tesis. Zootecnia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Pasto. Colombia. p. 7.

PÉREZ, R. Efecto de la inclusión de probióticos y prebióticos en dietas para la fase de alevinaje de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Trabajo de grado (Zootecnista). Santa Fe de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2004. p. 29.

PULIDO, A. Dosificación de probióticos en el alimento para peces, Universidad Surcolombiana, Servicio de aprendizaje SENA. Neiva, Huila. Colombia. 2013, p.11

QI, Z., ZHANG, X., BOON, N., BOSSIER, P. Probiotics in aquaculture of China - Current state, problems and prospect. *Aquaculture*, 2009 Vol. 1. No. 2, p.15-21.

QUINTANILLA. M. Manual sobre Reproducción y Cultivo de Tilapia. Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA). El Salvador, 2008. 44. p.

QUIÑÓNEZ, D. Efecto de bacterias ácido lácticas y levaduras con potencial probiótico en el cultivo de las tilapias *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp.* (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Acuicultura, Guasave, Sinaloa, México. 2008. 57.p.

RENGPIPAT, S., RUKPRATANPORN, S., PIYATIRATITIVORAKUL, S., MENASVETA, P. Immunity enhancement in black tiger shrimp *Penaeus monodon* by a probiont bacterium Bacillus S11. [On line]. Tailandia: Elsevier Science, 2000. 271 – 288 pp. (citado el 10 de agosto de 2014). Disponible en internet:<http://md1.csa.com/partners/viewrecord.php?requester=gs&collection=ENV&recid=4764471&q=&uid=788731110&setcookie=yes>

REVELO., D. Bióloga. MSc Microbiología. Grupo de Investigación en Biotecnología Microbiana, 2014. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia

RINGO, E., y OLSEN, R. Electron microscopy of the intestinal microflora of fish. *Aquaculture*, 2003. p.227.

RODRIGUEZ, N. evaluación del crecimiento de juveniles de “chivo cabezón” *Ariopsis bonillai* (Miles, 1945) utilizando dos probióticos comerciales bajo condiciones de laboratorio. Universidad de ciencias aplicadas y ambientales. Facultad de ciencias agropecuarias. Santa fe de Bogotá. 2005. p.31.

RUBIO, M., CABRERA, A., SILVEIRA, R., AGUILERA, Y. Variabilidad bacteriana en *Oreochromis* sp. durante las estaciones de lluvia y seca, cultivadas en ambiente dulceacuícola en diferentes regiones de Cuba. En: *Revista electrónica de Veterinaria*. 2010. Vol.11. No 7., p. 1-11.

SAAVEDRA, M. A. (2003).- Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Mayo, 2003. P. 37.

SAAVEDRA., M. Manejo del cultivo de tilapia. Managua, Nicaragua. 2006. p. 6. Citado el 15 de agosto de 2014. Disponible en Internet. URL: [http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades\\_del\\_cultivo\\_de\\_Tilapia.pdf](http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades_del_cultivo_de_Tilapia.pdf)

SHARIFUZZAMAN, S., y AUSTIN, B. (2009). Influence of probiotic feeding duration on disease resistance and immune parameters in rainbow trout. *Fish & Shellfish Immunology*, Vol.27, No.3, p. 440-445.

TOVAR, D; ZAMBONINO, J; CAHU, C; GATESOUBE, F., VÁZQUEZ-JUÁREZ, R. Efecto de la administración de levaduras en el proceso de maduración del tracto digestivo de peces. En: *Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Mérida, Yucatán. México. 2000, p. 34.

TREWAVAS, E. A review of the tilapine fish of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis*, and *Danakilia*. *Bull. Bri. Mus. (NAT. Hist.) Zool.* 1983.

USGAME, D., USGAME, G., y VALVERDE, C. (2008). Agenda productiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la tilapia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Proyecto estudio de prospectiva tecnológica de la cadena colombiana de la tilapia. Bogotá-Colombia.

VASEEHARAN, B., RAMASAMY, P. Control of pathogenic *Vibrio spp.* by *Bacillus subtilis* BT23, a possible probiotic treatment for black tiger shrimp *Penaeus monodon*. [on line]. India: The Society for Applied Microbiology, 2002. p. 83. (citado el 25 de julio de 2014). Disponible en internet: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1046/j.1472-765X.2003.01255.x>

VENDEMIATTI, J., BELÉM, A., EURICO, J. Mananoligosacarídeos alimentares (MOS) como agentes profiláticos das infecções por *Edwardsiella tarda* em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). En: II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. España. (Citado el 10 de agosto de 2014) Disponible en internet: <http://www.civa2003.org>, p. 132.

VENKAT, H., SHAU, N., JAIN, K. Effect of feeding lactobacillus-based probiotics on the gut microflora, growth and survival of postlarvae of *Macrobrachium rosenbergii*. [on line]. India: Blackwell Science Ltd, 2004. 501 – 507 pp. (Citado el 10 de agosto de 2014). Disponible en internet: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2109.2004.01045.x> p. 501.

VERSCHUERE, L.; ROMBAUT, G.; SORGRLOOS, P. y VERSTRAETE, W. probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and molecular biology. Reviews.* Vol. 64. No 4. 2000. p. 653.

VINE, G; LEUKES, D; KAISER, H; BAXTER, J and HECHT, T. Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic and pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. [on line]. South Africa: Blackwell Publishing Ltd, 2004. p. 320. (citado el 25 de julio de 2014). Disponible en internet: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2761.2004.00542.x>

WANG, Y-C., Yu, R-C., y Chou, C-C. Viability of lactic acid bacteria and bifidobacteria in fermented soymilk after drying, subsequent rehydration and storage. *International Journal of Food Microbiology*, 2004. Vol. 93. No.2, p. 209-217.

WU, T., SONG, Z., CAI, L., DING, X., YU, Q. Effects of the dietary supplementation with fructooligosaccharides on the excretion of nitrogen and phosphorus in *Miichthys miiuy*. 2005. p. 1. (citado 20 de abril de 2014). Disponible en internet: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=1389862&blobtype=pdf>

# **ANEXOS**

### Anexo. A Muestreo de Peso y Longitud de cada tratamiento

tratamiento	N°	SIEMBRA		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7	
		peso (g)	longitud (cm)														
<b>TO R1</b>	1	0.18	1.79	0.31	2.48	0.55	2.88	0.70	3.07	1.18	4.51	1.49	4.12	2.40	4.95	2.80	5.12
	2	0.17	1.72	0.32	2.48	0.56	2.80	0.74	3.09	1.15	4.02	1.78	4.01	2.50	4.94	2.80	5.24
	3	0.18	1.80	0.31	2.42	0.55	2.83	0.70	3.03	1.66	4.03	1.32	4.12	1.99	4.94	2.90	5.18
	4	0.16	1.70	0.35	2.366	0.51	2.84	0.70	3.09	1.06	3.23	1.29	4.12	2.61	4.82	2.71	5.19
	5	0.35	1.72	0.35	2.45	0.57	2.85	0.75	3.11	1.02	3.92	1.28	4.33	2.32	4.83	2.82	5.17
	6	0.15	1.82	0.33	2.027	0.51	2.84	0.75	3.09	1.09	4.52	1.28	4.32	2.44	4.91	2.74	5.17
	7	0.18	1.72	0.32	2.716	0.54	2.80	0.72	3.12	1.21	4.29	1.30	4.50	2.55	4.92	2.75	5.12
	8	0.16	1.67	0.32	2.003	0.57	2.82	0.69	3.06	1.03	3.09	1.29	4.13	2.19	4.93	2.79	5.18
	9	0.18	1.62	0.34	2.197	0.69	2.82	0.70	3.08	1.05	4.61	1.29	4.37	2.32	4.90	2.82	5.13
	10	0.18	1.58	0.33	2.107	0.51	2.82	0.79	3.05	1.03	3.23	1.30	4.53	2.33	4.88	2.73	5.12
	11	0.16	1.70	0.31	2.979	0.50	2.80	0.70	3.15	1.05	3.65	1.29	4.64	2.45	4.84	2.75	5.06
	12	0.18	1.68	0.22	2.210	0.56	2.86	0.73	3.11	1.09	4.02	1.32	4.35	2.22	4.98	2.72	5.19
	13	0.18	1.73	0.32	2.409	0.59	2.87	0.72	3.10	1.08	3.12	1.29	4.12	2.31	4.87	2.71	6.17
	14	0.16	1.69	0.41	2.612	0.59	2.79	0.78	3.10	1.05	4.22	1.29	4.21	2.30	4.97	2.90	5.23
	15	0.19	1.70	0.33	2.209	0.52	2.71	0.69	3.07	1.09	2.94	1.28	4.86	2.28	4.86	2.78	5.01
<b>TO R2</b>	1	0.15	1.58	0.32	2.82	0.51	2.82	1.11	3.15	1.61	3.51	2.79	4.37	2.95	5.11	3.05	5.41
	2	0.15	1.72	0.31	2.54	0.50	2.82	1.00	3.07	1.61	4.04	2.31	4.35	3.01	5.19	3.11	5.39
	3	0.14	1.87	0.35	2.87	0.51	2.86	1.15	3.07	1.69	3.73	2.28	3.84	3.02	5.17	3.30	5.37
	4	0.15	1.79	0.33	2.5	0.54	2.98	1.10	3.02	1.49	3.61	3.01	3.48	3.13	5.11	3.13	5.41
	5	0.16	1.72	0.38	2.14	0.41	2.84	1.19	3.16	1.71	3.82	2.20	4.34	3.05	5.31	3.15	5.21
	6	0.43	1.82	0.4	0.12	0.52	2.78	0.97	3.00	1.72	3.78	2.11	3.29	2.88	4.61	3.28	5.31
	7	0.13	1.78	0.31	2.78	0.61	3.41	1.21	3.17	1.79	3.83	2.25	4.11	2.99	5.16	3.19	5.46
	8	0.14	1.70	0.42	2.78	0.51	2.84	0.95	3.32	1.94	4.12	2.22	4.14	2.95	5.16	3.15	5.46
	9	0.16	1.76	0.31	2.53	0.41	2.99	1.12	2.99	1.91	3.85	2.10	4.30	2.42	5.19	3.22	5.49

	10	0.16	1.64	0.32	2.18	0.44	2.77	1.15	3.12	1.86	3.61	2.31	5.31	2.92	5.15	3.02	5.45
	11	0.16	1.83	0.4	2.81	0.57	2.83	1.13	3.02	1.79	3.45	2.49	4.12	3.15	5.25	3.15	5.45
	12	0.14	1.65	0.33	2.68	0.52	2.81	1.05	2.98	1.81	3.55	2.18	4.22	2.85	4.75	3.15	4.75
	13	0.45	1.65	0.42	2.79	0.51	2.81	1.03	3.11	1.74	4.00	3.23	4.42	2.72	5.69	3.12	5.69
	14	0.14	1.67	0.33	2.18	0.51	2.90	1.15	3.17	1.89	3.55	2.29	4.92	2.95	5.12	3.55	5.52
	15	0.12	1.54	0.35	2.18	0.54	2.38	1.11	2.97	1.19	3.59	2.32	4.27	2.90	5.14	3.10	5.44
<b>TO R3</b>	1	0.20	1.78	0.42	2.74	0.93	3.58	1.68	4.15	2.09	4.68	2.92	5.41	5.04	7.03	5.25	6.94
	2	0.19	1.80	0.41	2.61	0.94	4.02	2.11	4.11	2.10	4.69	3.58	5.31	4.42	6.16	4.92	6.86
	3	0.18	1.82	0.45	2.11	0.94	4.03	1.78	4.14	2.11	4.63	3.52	5.39	4.41	6.73	4.84	6.54
	4	0.19	1.75	0.42	2.97	0.91	3.97	1.72	4.10	2.03	4.50	3.94	5.26	4.91	6.10	4.98	7.00
	5	0.20	1.79	0.43	2.17	0.90	3.97	1.79	4.20	2.02	4.56	3.36	5.65	4.40	6.62	4.98	6.93
	6	0.17	1.80	0.43	2.83	0.91	3.98	1.71	4.13	2.00	4.60	3.58	5.13	4.54	6.13	4.97	6.99
	7	0.17	1.83	0.45	2.01	0.95	4.05	1.60	4.45	2.11	4.68	3.66	5.75	4.14	6.75	4.81	6.92
	8	0.16	1.73	0.42	2.2	0.93	4.03	1.69	4.06	2.05	4.61	2.92	5.27	4.86	6.22	4.91	7.11
	9	0.14	1.67	0.48	2.13	0.90	4.00	1.65	4.18	1.93	4.55	3.61	5.59	4.85	6.85	4.92	6.97
	10	0.18	1.68	0.42	2.6	0.91	3.99	1.70	4.12	1.96	4.57	3.57	5.38	4.64	6.93	5.00	6.79
	11	0.19	1.69	0.45	2.78	0.90	3.99	1.78	4.14	2.09	4.69	3.57	5.08	5.05	7.00	4.91	6.92
	12	0.18	1.59	0.42	2.65	0.91	4.01	1.82	4.19	2.06	4.67	2.98	5.45	4.35	6.09	4.86	7.00
	13	0.18	1.58	0.44	2.75	0.89	3.92	1.73	4.16	1.94	4.55	3.58	5.58	4.67	6.58	4.95	6.92
	14	0.20	1.56	0.47	3.1	0.90	3.99	2.00	4.15	2.02	4.58	3.60	5.41	4.98	6.02	4.96	6.98
	15	0.19	1.54	0.48	2.12	0.90	3.98	1.92	4.18	2.03	4.55	3.64	5.28	5.02	6.93	4.92	6.94
<b>T1 R1</b>	1	0.20	1.67	0.51	3.2	1.07	3.95	1.53	4.22	2.11	5.25	3.61	6.13	4.53	6.58	4.63	8.41
	2	0.19	1.70	0.59	3.16	1.01	3.88	1.51	4.20	2.10	5.16	3.12	6.08	4.50	5.93	4.70	8.33
	3	0.22	1.79	0.59	3.15	0.99	3.85	1.48	4.17	2.13	5.17	3.11	6.11	4.43	6.79	5.00	8.89
	4	0.19	1.67	0.48	3.1	1.01	3.86	1.53	4.23	2.11	5.17	3.10	6.07	4.64	6.95	4.74	8.00
	5	0.20	1.76	0.56	3.19	1.12	4.05	1.52	4.25	2.18	5.28	3.12	5.95	4.01	6.73	4.11	8.98

	6	0.18	1.75	0.52	3.16	1.20	4.04	1.50	4.23	2.18	5.27	3.19	6.06	4.30	6.85	5.00	8.05
	7	0.18	1.73	0.48	3.07	1.15	4.03	1.82	4.65	2.20	5.27	3.21	6.14	4.19	6.98	6.00	7.88
	8	0.17	1.70	0.49	3.05	0.97	3.82	1.79	4.64	2.12	5.14	3.19	6.14	4.26	6.90	6.00	7.90
	9	0.17	1.60	0.55	3.2	1.47	4.19	1.70	4.55	2.15	5.32	3.14	6.11	4.59	6.72	5.10	7.72
	10	0.18	1.62	0.56	3.1	1.00	3.85	1.55	4.28	2.10	5.12	3.19	6.17	4.12	6.44	5.00	7.44
	11	0.19	1.61	0.57	3.15	0.98	3.83	1.65	4.30	2.15	5.14	3.11	6.04	4.78	6.85	4.98	7.85
	12	0.19	1.80	0.54	3.1	0.92	3.80	1.67	4.32	2.17	5.11	3.19	6.09	4.39	6.95	4.69	7.05
	13	0.18	1.76	0.5	3.14	1.10	4.03	1.68	4.74	2.10	5.20	3.61	6.07	4.34	6.94	5.00	7.04
	14	0.19	1.78	0.53	3.19	1.00	3.85	1.79	4.41	2.34	5.16	3.10	6.01	4.93	6.88	5.00	7.08
	15	0.17	1.71	0.5	3.15	1.09	4.03	1.55	4.15	2.18	5.19	3.29	6.07	4.33	6.90	4.73	7.00
	1	0.18	1.62	0.38	3.1	1.02	4.05	1.90	5.00	2.73	5.92	3.70	6.75	4.71	8.00	5.00	8.08
	2	0.17	1.56	0.32	3.08	1.10	4.03	1.92	4.97	2.75	5.81	3.71	6.83	4.83	7.53	4.93	8.08
	3	0.16	1.62	0.38	3.08	1.11	4.09	1.90	4.95	2.72	5.88	3.61	6.79	4.55	7.30	5.00	8.18
	4	0.18	1.67	0.4	3.04	1.10	4.09	1.92	4.99	2.68	5.82	3.71	6.94	4.98	7.79	4.78	7.81
	5	0.18	1.78	0.3	3.07	1.12	4.04	1.93	4.96	2.75	5.79	3.71	6.66	4.71	7.72	5.02	8.04
	6	0.18	1.82	0.61	3.38	1.04	4.06	1.89	4.96	2.81	5.83	3.64	6.82	5.04	7.69	5.04	8.16
	7	0.18	1.78	0.31	3.09	1.13	4.09	1.93	4.88	2.18	4.92	3.68	6.77	5.03	8.00	5.03	8.19
<b>T1 R2</b>	8	0.20	1.57	0.36	3.11	1.04	4.08	1.99	5.00	2.81	5.89	3.67	6.85	4.73	7.95	4.93	8.08
	9	0.18	1.65	0.31	3.07	1.08	4.09	1.95	4.93	2.72	5.87	3.73	6.78	4.82	7.79	4.82	8.23
	10	0.20	1.66	0.31	3.07	1.11	4.10	1.93	4.92	2.78	5.81	3.74	6.87	4.78	7.72	5.10	8.05
	11	0.18	1.64	0.33	3.15	1.04	4.01	1.90	4.93	2.54	5.94	3.81	6.67	4.98	7.24	4.98	8.01
	12	0.17	1.71	0.32	3.04	1.10	4.06	1.99	4.99	2.73	5.98	3.90	6.92	4.61	7.42	4.61	8.01
	13	0.18	1.57	0.33	3.04	1.12	4.08	2.00	4.94	2.89	5.87	3.70	6.81	4.79	8.00	5.04	8.32
	14	0.19	1.62	0.32	3.15	1.11	4.03	1.85	4.87	2.57	5.89	3.74	6.72	4.84	7.33	5.09	8.01
	15	0.24	1.53	0.38	3.19	0.98	4.05	1.87	4.96	2.82	5.68	3.68	6.88	5.02	7.71	5.12	8.18
<b>T1 R3</b>	1	0.18	1.80	0.49	2.31	1.21	3.11	2.20	5.07	3.08	6.05	3.23	6.46	4.82	7.88	5.02	8.88
	2	0.18	1.90	0.49	2.39	1.27	3.10	2.10	5.21	3.13	6.08	4.03	6.50	4.91	7.84	5.01	8.06

	3	0.22	1.81	0.49	2.48	1.20	3.22	2.19	5.26	3.02	6.07	3.42	6.46	4.62	7.78	5.15	8.06
	4	0.22	1.80	0.39	2.24	1.15	2.75	2.11	5.24	3.01	6.04	3.01	6.44	4.71	7.74	5.12	7.94
	5	0.18	1.82	0.39	2.37	1.19	3.16	1.99	4.94	3.00	6.07	3.50	6.47	5.09	7.39	5.07	8.08
	6	0.18	1.87	0.41	2.4	1.17	3.14	2.10	5.17	3.03	5.91	3.91	6.79	4.89	7.68	5.08	8.09
	7	0.18	1.86	0.42	2.38	1.16	3.18	2.14	5.12	3.01	6.11	3.72	6.56	4.93	7.74	5.10	7.96
	8	0.21	1.81	0.4	2.22	1.21	3.19	2.15	5.19	3.04	5.97	3.59	6.46	4.83	7.73	5.24	8.01
	9	0.18	1.78	0.37	2.33	1.22	3.18	2.21	5.14	3.13	6.03	3.93	6.51	4.92	7.51	5.42	8.07
	10	0.18	1.80	0.41	2.23	1.18	3.10	2.19	5.14	3.03	6.04	4.01	6.78	5.00	7.82	5.83	7.94
	11	0.17	1.67	0.38	2.37	1.16	3.17	1.96	5.18	3.10	5.91	3.71	6.55	4.75	7.14	5.08	8.06
	12	0.16	1.65	0.41	2.39	1.19	4.21	2.23	5.12	3.05	5.96	3.11	6.52	4.89	7.66	5.15	7.98
	13	0.18	1.67	0.42	3.02	1.21	3.17	2.22	5.21	3.02	6.05	3.71	6.55	5.01	7.46	5.05	8.04
	14	0.19	1.69	0.37	2.26	1.33	3.09	2.31	5.27	3.12	6.07	3.71	6.53	4.82	7.27	5.02	8.08
	15	0.17	1.57	0.39	3.09	1.25	3.16	2.21	5.12	3.11	5.92	3.92	6.78	4.71	7.81	5.09	8.14

	1	0.17	1.60	0.61	3.07	0.98	3.90	1.93	5.22	4.01	5.92	5.27	6.10	6.12	6.62	6.34	6.82
	2	0.17	1.78	0.59	3.17	1.03	3.78	2.02	5.28	3.98	5.93	5.22	6.08	6.11	6.50	6.32	6.83
	3	0.18	1.70	0.60	3.14	0.98	3.90	1.97	5.37	3.99	5.95	5.21	6.07	6.10	6.58	6.24	6.84
	4	0.21	1.67	0.62	3.09	1.00	3.77	2.02	5.41	4.00	5.98	5.23	6.08	6.14	6.57	6.26	6.82
	5	0.18	1.62	0.59	3.19	1.03	3.73	1.98	5.29	3.98	5.98	5.28	6.09	6.09	6.54	6.21	6.84
	6	0.17	1.73	0.58	3.18	1.04	3.82	1.99	5.26	3.97	5.94	5.20	6.07	6.10	6.56	6.31	6.83
<b>T2 R1</b>	7	0.20	1.77	0.61	3.18	0.99	3.90	2.00	5.33	4.01	5.97	5.23	6.09	6.12	6.63	6.23	6.84
	8	0.20	1.82	0.60	3.08	1.03	3.71	2.03	5.34	3.99	5.94	5.24	6.07	6.11	6.65	6.22	6.83
	9	0.18	1.62	0.59	3.12	0.98	3.83	2.01	5.29	4.03	5.96	5.22	6.11	6.12	6.54	6.24	6.82
	10	0.18	1.83	0.60	3.17	1.02	3.82	1.89	5.33	3.98	5.98	5.25	6.08	6.08	6.60	6.23	6.84
	11	0.19	1.72	0.60	3.20	1.03	3.79	1.97	5.38	4.00	5.93	5.21	6.07	6.10	6.63	6.22	6.85
	12	0.21	1.62	0.59	3.20	1.04	3.75	2.01	5.28	3.97	5.93	5.22	6.11	6.07	6.62	6.31	6.83
	13	0.20	1.63	0.60	3.08	1.02	3.81	1.97	5.35	4.01	5.97	5.20	6.09	6.11	6.67	6.23	6.85

	14	0.17	1.72	0.59	3.18	0.98	3.81	2.01	5.38	3.99	5.98	5.25	6.07	6.12	6.45	6.25	6.81
	15	0.18	1.60	0.61	3.09	1.00	3.90	1.96	5.41	4.02	5.95	5.27	6.10	6.10	6.54	6.25	6.83
<b>T2 R2</b>	1	0.19	1.60	0.41	3.07	0.80	3.72	1.12	3.98	2.17	5.26	3.62	6.03	4.16	6.92	4.32	7.35
	2	0.18	1.82	0.43	3.04	0.72	3.75	1.11	4.01	2.18	5.23	3.60	6.04	4.17	7.01	4.36	7.32
	3	0.20	1.60	0.4	3.06	0.74	3.63	1.10	4.03	2.15	5.28	3.58	6.07	4.10	6.94	4.36	7.33
	4	0.18	1.62	0.41	3.03	0.75	3.74	1.09	3.99	2.13	5.18	3.59	6.02	4.15	6.95	4.35	7.37
	5	0.18	1.78	0.45	3.07	0.82	3.65	1.11	4.02	2.15	5.17	3.61	6.05	4.12	6.90	4.33	7.42
	6	0.20	1.78	0.4	3.06	0.77	3.62	1.09	4.02	2.14	5.22	3.58	6.01	4.13	6.96	4.36	7.38
	7	0.18	1.76	0.43	3.05	0.78	3.71	1.13	3.98	2.18	5.21	3.62	6.03	4.17	6.95	4.35	7.27
	8	0.20	1.65	0.42	3.05	0.80	3.72	1.12	4.03	2.15	5.23	3.57	6.07	4.13	6.96	4.31	7.35
	9	0.17	1.79	0.45	3.06	0.77	3.79	1.09	4.04	2.16	5.20	3.60	6.04	4.11	6.98	4.29	7.30
	10	0.18	1.64	0.43	3.05	0.76	3.71	1.10	3.98	2.12	5.19	3.57	6.02	4.15	7.01	4.36	7.32
	11	0.18	1.74	0.42	3.04	0.80	3.79	1.14	4.00	2.14	5.18	3.60	6.07	4.16	6.99	4.39	7.39
	12	0.17	1.75	0.41	3.05	0.81	3.67	1.09	4.02	2.13	5.25	3.58	6.03	4.17	6.97	4.40	7.40
	13	0.17	1.65	0.43	3.02	0.79	3.65	1.12	4.03	2.16	5.23	3.51	6.01	4.14	6.98	4.38	7.36
	14	0.18	1.78	0.42	3.06	0.75	3.71	1.10	3.98	2.15	5.20	3.61	6.04	4.17	7.02	4.41	7.39
	15	0.19	1.70	0.42	3.05	0.74	3.72	1.15	4.03	2.17	5.24	3.60	6.06	4.12	6.96	4.39	7.35
<b>T2 R3</b>	1	0.18	1.71	0.66	2.17	0.91	3.09	2.30	4.27	3.24	4.99	4.01	6.02	5.35	6.68	6.01	7.29
	2	0.20	1.62	0.63	2.2	0.98	3.12	2.23	4.24	3.26	5.01	4.11	5.97	5.35	6.89	6.05	7.34
	3	0.19	1.77	0.65	2.23	1.02	3.11	2.30	4.23	3.25	5.02	4.09	6.03	5.35	6.80	6.10	7.25
	4	0.18	1.67	0.61	2.18	0.99	3.08	2.30	4.27	3.30	4.94	4.08	6.02	5.35	6.79	6.14	7.30
	5	0.20	1.67	0.64	2.22	1.03	3.14	2.25	4.26	3.26	4.97	4.02	6.01	5.35	6.84	6.04	7.32
	6	0.18	1.79	0.66	2.22	1.00	3.13	2.23	4.25	3.25	5.00	4.10	6.03	5.15	6.78	6.15	7.26
	7	0.19	1.78	0.64	2.18	0.97	3.11	2.30	4.28	3.29	4.98	4.03	6.05	5.24	6.71	6.17	7.27
	8	0.18	1.78	0.67	2.2	0.96	3.08	2.34	4.26	3.30	4.99	4.08	6.00	5.34	6.78	6.00	7.28
	9	0.18	1.78	0.63	2.22	1.01	3.10	2.24	4.26	3.32	5.01	4.06	6.03	5.25	6.90	6.02	7.32
	10	0.21	1.78	0.6	2.19	0.98	3.12	2.26	4.26	3.23	5.03	4.11	5.98	5.26	6.75	6.13	7.33

	11	0.19	1.86	0.62	2.21	1.01	3.14	2.24	4.19	3.24	4.95	4.02	6.03	5.23	6.71	6.02	7.32
	12	0.17	1.78	0.64	2.19	1.01	3.10	2.27	4.26	3.26	4.98	4.12	6.01	5.34	6.69	6.14	7.28
	13	0.18	1.67	0.64	2.18	0.99	3.09	2.26	4.23	3.27	5.00	4.00	6.00	5.37	6.68	6.07	7.20
	14	0.21	1.66	0.65	2.23	0.98	3.15	2.25	4.26	3.30	5.01	4.02	6.03	5.26	6.89	6.08	7.33
	15	0.18	1.78	0.66	2.21	0.97	3.12	2.23	4.27	3.26	4.97	4.08	5.98	5.28	6.88	6.11	7.25
	1	0.23	1.72	0.86	3.13	1.34	3.80	2.84	4.78	4.03	5.41	5.59	6.22	6.43	6.80	7.21	7.30
	2	0.18	1.73	0.81	3.15	1.37	3.90	2.86	4.79	4.00	5.38	5.23	6.19	6.38	6.84	7.14	7.36
	3	0.20	1.62	0.74	3.16	1.38	3.98	2.83	4.82	4.02	5.43	5.40	6.14	6.40	6.90	7.09	7.29
	4	0.18	1.72	0.87	3.1	1.32	3.98	2.81	4.80	3.98	5.40	5.27	6.23	6.39	6.83	7.23	7.33
	5	0.17	1.70	0.8	3.15	1.29	4.01	2.90	4.73	3.94	5.41	5.23	6.19	6.41	6.88	7.18	7.28
	6	0.18	1.78	0.8	3.09	1.31	4.00	2.83	4.81	4.00	5.40	5.33	6.15	6.38	6.82	7.04	7.26
	7	0.19	1.67	0.83	3.13	1.30	3.89	2.88	4.81	4.03	5.43	5.28	6.21	6.37	6.87	7.22	7.31
<b>T3 R1</b>	8	0.18	1.72	0.81	3.12	1.35	3.80	2.81	4.79	4.05	5.42	5.40	6.20	6.41	6.78	7.20	7.28
	9	0.17	1.78	0.88	3.06	1.33	4.02	2.79	4.82	3.96	5.42	5.26	6.22	6.38	6.82	7.23	7.32
	10	0.18	1.65	0.85	3.12	1.33	4.00	2.83	4.80	3.92	5.47	5.38	6.09	6.40	6.83	7.14	7.30
	11	0.19	1.71	0.78	3.06	1.30	3.92	2.81	4.73	4.00	5.43	5.22	6.11	6.38	6.79	7.16	7.40
	12	0.18	1.68	0.89	3.07	1.36	4.02	2.83	4.83	3.97	5.38	5.39	6.10	6.39	6.82	7.09	7.19
	13	0.19	1.72	0.82	3.19	1.32	3.99	2.85	4.86	3.95	5.48	5.40	6.15	6.42	6.84	7.22	7.52
	14	0.18	1.62	0.84	3.11	1.38	3.98	2.85	4.82	4.00	5.37	5.38	6.21	6.35	6.81	7.23	7.02
	15	0.17	1.65	0.81	3.12	1.39	4.03	2.80	4.72	4.01	5.40	5.23	6.12	6.41	6.86	7.17	7.32
	1	0.18	1.62	0.74	3.3	1.02	3.59	1.83	4.27	2.87	5.37	3.78	6.02	5.86	6.89	6.80	7.99
	2	0.19	1.70	0.83	3.32	1.00	3.66	1.90	4.30	2.89	5.32	3.85	5.90	5.83	6.80	7.00	6.88
	3	0.18	1.67	0.83	3.29	0.98	3.68	1.82	4.28	2.76	5.37	3.92	6.03	5.83	6.90	6.60	5.68
<b>T3 R2</b>	4	0.19	1.70	0.76	3.28	1.03	3.69	1.93	4.23	2.76	5.38	3.74	6.02	5.92	6.84	6.89	7.36
	5	0.18	1.62	0.83	3.21	1.04	3.71	1.82	4.22	2.79	5.34	3.74	5.93	5.90	6.86	6.78	8.34
	6	0.19	1.62	0.8	3.24	0.99	3.65	1.79	4.30	2.80	5.32	3.89	6.02	5.86	6.87	7.00	5.56

	7	0.18	1.88	0.74	3.21	1.03	3.68	1.83	4.28	2.84	5.36	3.84	5.89	5.84	6.87	6.86	8.22
	8	0.19	1.69	0.82	3.32	1.04	3.68	1.90	4.29	2.73	5.30	3.71	6.03	5.67	6.90	6.76	8.12
	9	0.18	1.70	0.71	3.27	1.02	3.58	1.78	4.31	2.89	5.34	3.90	6.02	5.86	6.92	6.84	8.56
	10	0.17	1.79	0.84	3.26	0.99	3.60	1.89	4.28	2.90	5.32	3.70	6.03	6.00	6.94	7.01	5.78
	11	0.19	1.62	0.78	3.25	1.03	3.56	1.86	4.27	2.83	5.32	3.82	6.02	5.89	6.95	6.89	7.26
	12	0.18	1.79	0.82	3.29	0.97	3.59	1.90	4.25	2.85	5.38	3.84	6.04	5.86	6.89	7.01	6.22
	13	0.18	1.78	0.78	3.31	1.03	3.61	1.93	4.30	2.86	5.35	3.76	5.91	5.89	6.84	6.79	8.59
	14	0.19	1.71	0.8	3.26	0.99	3.61	1.80	4.28	2.89	5.38	3.90	6.03	6.00	6.93	6.87	8.31
	15	0.18	1.78	0.79	3.2	1.02	3.65	1.83	4.26	2.83	5.39	3.76	6.02	5.90	6.94	7.03	7.04
<b>T3 R3</b>	1	0.18	1.80	0.73	3.18	0.98	3.98	1.48	4.45	2.70	5.60	4.02	6.19	6.41	6.88	7.03	7.22
	2	0.17	1.92	0.78	3.13	1.00	3.81	1.59	4.40	2.68	5.48	4.05	6.21	6.41	7.45	7.04	7.27
	3	0.18	1.81	0.76	3.12	0.99	3.92	1.42	4.39	2.60	5.63	4.05	6.18	6.42	7.42	7.01	7.23
	4	0.17	1.80	0.82	3.16	1.01	3.96	1.56	4.48	2.70	5.54	4.07	6.17	6.27	6.54	6.90	7.68
	5	0.19	1.72	0.73	3.14	0.98	3.89	1.43	4.42	2.73	5.75	4.00	6.18	6.87	7.68	6.98	7.52
	6	0.19	1.70	0.71	3.2	1.06	3.80	1.52	4.26	2.64	5.63	4.02	6.15	7.21	6.92	7.04	7.81
	7	0.18	1.69	0.7	3.13	1.00	3.93	1.41	4.38	2.66	5.48	4.03	6.13	4.32	5.97	7.10	7.45
	8	0.17	1.78	0.85	3.15	1.09	3.98	1.43	4.42	2.70	5.63	4.05	6.18	9.03	7.51	6.95	7.32
	9	0.18	1.68	0.81	3.1	0.96	3.94	1.53	4.48	2.64	5.89	4.00	6.28	4.89	6.34	6.90	6.89
	10	0.19	1.78	0.77	3.09	0.94	3.95	1.47	4.46	2.58	5.60	4.02	6.18	6.91	7.33	7.02	7.29
	11	0.18	1.65	0.75	3.13	1.01	3.88	1.45	4.48	2.70	5.57	4.05	6.19	6.62	7.29	6.96	7.22
	12	0.19	1.81	0.74	3.18	0.98	3.92	1.54	4.50	2.71	5.69	4.06	6.33	6.98	7.04	6.99	7.14
	13	0.17	1.68	0.81	3.1	1.02	3.87	1.50	4.42	2.73	5.54	3.98	6.28	6.01	6.64	7.04	7.35
	14	0.17	1.65	0.74	3.12	1.03	3.91	1.43	4.43	2.74	5.62	4.08	6.01	5.71	6.61	7.03	7.42
	15	0.18	1.64	0.8	3.05	0.93	3.85	1.52	4.52	2.65	5.61	4.04	6.02	7.02	6.89	7.05	7.32

## Anexo B

### Peso promedio inicial de siembra

TRATAMIENTO	PESO PROMEDIO (g)	DESVIACION ESTANDAR
T0	0.18	0.0146
T1	0.19	0.0163
T2	0.19	0.0123
T3	0.18	0.0105

### Longitud promedio inicial de siembra

TRATAMIENTO	LONGITUD INICIAL (Cm)	DESVIACION ESTANDAR
T0	1.71	0.0857
T1	1.71	0.0936
T2	1.72	0.0755
T3	1.72	0.0716

## Anexo C. Análisis de Varianza para la Tasa de Crecimiento Simple Peso inicial

### Análisis de Varianza para TCSP inicial

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.0746889	35	0.00213397		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.0746889	35			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamiento	0.0508889	3	0.016963	9.05	0.060
Replica(Tratamiento)	0.015	8	0.001875		
Muestra(Replica Tratamiento)	0.0088	24	0.000366667		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.0746889	35			

### Anexo D. Incremento de peso semanal

INCREMENTO DE PESO SEMANAL									
		siembra	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7
<b>T0</b>	<b>Peso promedio (g)</b>	<b>0.18</b>	<b>0.37</b>	<b>0.66</b>	<b>1.20</b>	<b>1.63</b>	<b>2.40</b>	<b>3.32</b>	<b>3.64</b>
	<b>error estándar</b>	<b>0.009719062</b>	<b>0.008964577</b>	<b>0.028121709</b>	<b>0.067236821</b>	<b>0.060959187</b>	<b>0.136890505</b>	<b>0.153152265</b>	<b>0.142588817</b>
	<b>Cv</b>	<b>5.29</b>	<b>2.40</b>	<b>4.26</b>	<b>5.60</b>	<b>3.75</b>	<b>5.69</b>	<b>4.61</b>	<b>3.92</b>
<b>T1</b>	<b>Peso promedio (g)</b>	<b>0.19</b>	<b>0.43</b>	<b>1.12</b>	<b>1.90</b>	<b>2.64</b>	<b>3.52</b>	<b>4.70</b>	<b>5.04</b>
	<b>error estándar</b>	<b>0.002432016</b>	<b>0.013534841</b>	<b>0.015599001</b>	<b>0.035586319</b>	<b>0.058175457</b>	<b>0.045212468</b>	<b>0.040116083</b>	<b>0.048187021</b>
	<b>Cv</b>	<b>1.31</b>	<b>3.11</b>	<b>1.39</b>	<b>1.87</b>	<b>2.20</b>	<b>1.28</b>	<b>0.85</b>	<b>0.96</b>
<b>T2</b>	<b>Peso promedio (g)</b>	<b>0.19</b>	<b>0.55</b>	<b>0.92</b>	<b>1.79</b>	<b>3.14</b>	<b>4.29</b>	<b>5.18</b>	<b>5.57</b>
	<b>error estándar</b>	<b>0.001851433</b>	<b>0.014717085</b>	<b>0.017889654</b>	<b>0.074072609</b>	<b>0.113058484</b>	<b>0.103452049</b>	<b>0.120654967</b>	<b>0.033871152</b>
	<b>Cv</b>	<b>0.99</b>	<b>2.66</b>	<b>1.93</b>	<b>4.14</b>	<b>3.60</b>	<b>2.40</b>	<b>2.32</b>	<b>0.61</b>
<b>T3</b>	<b>Peso promedio (g)</b>	<b>0.18</b>	<b>0.79</b>	<b>1.12</b>	<b>2.06</b>	<b>3.17</b>	<b>4.39</b>	<b>6.25</b>	<b>7.02</b>
	<b>error estándar</b>	<b>0.001562036</b>	<b>0.007032393</b>	<b>0.024148716</b>	<b>0.08611925</b>	<b>0.088595564</b>	<b>0.101751904</b>	<b>0.098612677</b>	<b>0.021946676</b>
	<b>Cv</b>	<b>0.86</b>	<b>0.88</b>	<b>2.17</b>	<b>4.18</b>	<b>2.79</b>	<b>2.32</b>	<b>1.59</b>	<b>0.31</b>

## Anexo E. Análisis de Varianza para la Tasa de Crecimiento Simple Peso

### Análisis de Varianza para TCSP

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.542531	251	0.00216148		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.542531	251			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamiento	0.00107828	3	0.000359426	1.11	0.0370
Replica (Tratamiento)	0.00284542	8	0.000355677		
Semana (Tratamiento Replica)	0.522464	72	0.00725644		
Muestra (Tratamiento Replica Semana)	0.0161437	168	0.0000960933		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.542531	251			

## Anexo F. Pruebas de Múltiple Rangos para TCSP por Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	63	0.0192079	X
1	63	0.0259921	X
2	63	0.0261353	X
3	63	0.0296115	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 1	*	-0.00678413	0.0064404
0 - 2	*	-0.00692732	0.0064404
0 - 3	*	-0.0104036	0.0064404
1 - 2		-0.000143197	0.0064404
1 - 3		-0.00361944	0.0064404
2 - 3		-0.00347624	0.0064404

\* indica una diferencia significativa.

## Anexo G. Análisis de Varianza para la Tasa de Crecimiento Simple Longitud Inicial

### Análisis de Varianza para TCSL Inicial

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.000875	35	0.000025		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.000875	35			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamiento	0.000075	3	0.000025	1.00	0.4411
Replica(Tratamiento)	0.0002	8	0.000025		
Muestra(Replica Tratamiento)	0.0006	24	0.000025		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.000875	35			

## Anexo H. Incremento longitud semanal

INCREMENTO DE LONGITUD SEMANAL									
		Siembra	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7
<b>T0</b>	Longitud promedio cm	1.71	2.43	3.22	3.45	4.06	4.65	5.53	5.84
	error estándar	0.012768156	0.069283784	0.082658249	0.077266307	0.078371686	0.093423057	0.115483557	0.119371625
	cv	0.74	2.85	2.57	2.24	1.93	2.01	2.08	2.04
<b>T1</b>	Longitud promedio cm	1.71	3.17	3.83	4.50	5.46	6.11	6.90	7.32
	error estándar	0.010669507	0.011629329	0.022913736	0.033436138	0.019590247	0.015888783	0.041933275	0.094188399
	cv	0.62	0.36	0.59	0.74	0.35	0.25	0.60	1.28
<b>T2</b>	Longitud promedio cm	1.71	2.80	3.54	4.53	5.39	6.05	6.78	7.16
	error estándar	0.011257321	0.063998071	0.047085137	0.086547704	0.062136539	0.005377811	0.025420945	0.0353286
	cv	0.65	2.28	1.33	1.91	1.15	0.08	0.37	0.49
<b>T3</b>	Longitud promedio cm	1.71	2.89	3.73	4.82	5.67	6.48	7.36	7.99
	error estándar	0.013947955	0.054713723	0.063848463	0.054357548	0.056983319	0.047047794	0.073681192	0.057318967
	cv	0.81	1.89	1.71	1.12	1.00	0.73	1.00	0.71

## Anexo I. Análisis de varianza para la Tasa de Crecimiento Simple Longitud

### Análisis de Varianza para TCSL

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.119347	251	0.000475486		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.119347	251			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamiento	0.00141106	3	0.000470355	7.34	0.0110
Replica (Tratamiento)	0.000512602	8	0.0000640752		
Semana (Tratamiento Replica)	0.107156	72	0.00148828		
Muestra (Tratamiento Replica Semana)	0.0102668	168	0.0000611118		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.119347	251			

## Anexo J. Pruebas de Múltiple Rangos para TCSTL por Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	63	0.0565603	X
1	63	0.0721905	XX
2	63	0.0693625	XX
3	63	0.0688385	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 1		-0.0122782	0.0144615
0 - 2		-0.0128022	0.0144615
0 - 3	*	-0.0156302	0.0144615
1 - 2		0.00282798	0.0144615
1 - 3		0.00335199	0.0144615
2 - 3		0.00052401	0.0144615

\* indica una diferencia significativa.

**Anexo K. Supervivencia Prueba de Brand-Snedecor**

<b>TRATAMIENTOS</b>					
<b>Respuesta</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Total</b>
<b>Éxito</b>	83.00	118.00	107.00	112.00	420.00
<b>Fracaso</b>	52.00	17.00	28.00	23.00	120.00
<b>Total</b>	135.00	135.00	135.00	135.00	540.00
<b>Pi</b>	0.615	0.874	0.793	0.830	0.778
<b>Pi*a<sub>i</sub></b>	51.030	103.141	84.807	92.919	326.667

<b>n =</b>	<b>4</b>
<b>n - 1 =</b>	<b>3</b>
<b>Alfa =</b>	<b>0.05</b>
<b>1 - alfa =</b>	<b>0.95</b>
<b>p =</b>	<b>0.778</b>
<b>q = (1 - p) =</b>	<b>0.222</b>

$$\chi^2_c = \frac{[\sum a_i \cdot p_i] - [p \cdot \sum a_i]}{pq}$$

$$\chi^2_c = 30.257 \quad \chi^2_{t(1-\alpha)} = 7.81$$

**Decisión =** Existen diferencias estadísticas significativas

### Anexo L. Cálculo de Biomasa y Consumo de Alimento semanal

	N° animales inicial	siembra	semana 1			semana 2			semana 3			semana 4			semana 5			semana 6			semana 7		
	45	peso (g)	peso promedio (g)	mortalidad	saldo peces	peso promedio (g)	mortalidad	saldo peces	peso promedio (g)	mortalidad	saldo peces	peso promedio (g)	mortalidad	saldo peces	peso promedio (g)	mortalidad	saldo peces	peso promedio (g)	mortalidad	saldo peces	peso promedio (g)	mortalidad	saldo peces
TOR1	PROMEDIO	0,18	0,32	7,00	38,00	0,55	11,00	27,00	0,72	0,00	27,00	1,12	4,00	23,00	1,34	0,00	23,00	2,35	0,00	23,00	2,79	0,00	23,00
	biomasa 12 %	8,10		12,16			14,85			19,44			25,76			30,82			54,05			64,17	
	Racion (g)	0,97		1,46			1,78			2,33			3,09			3,70			6,49			7,70	
	4 comidas	0,24		0,36			0,45			0,58			0,77			0,92			1,62			1,93	
TOR2	PROMEDIO	0,18	0,35	4,00	41,00	0,51	9,00	32,00	1,09	3,00	29,00	2,41	0,00	29,00	2,41	0,00	29,00	2,93	0,00	29,00	3,18	0,00	29,00
	biomasa 12 %	8,10		14,35			16,23			31,75			69,77			69,77			84,85			92,16	
	Racion (g)	0,97		1,72			1,95			3,81			8,37			8,37			10,18			11,06	
	4 comidas	0,24		0,43			0,49			0,95			2,09			2,09			2,55			2,76	
TOR3	PROMEDIO	0,18	0,44	8,00	37,00	0,91	6,00	31,00	1,78	0,00	31,00	2,04	0,00	31,00	3,47	0,00	31,00	4,68	0,00	31,00	4,95	0,00	31,00
	biomasa 12 %	8,16		16,26			28,35			55,14			63,12			107,56			145,22			153,32	
	Racion (g)	0,98		1,95			3,40			6,62			7,57			12,91			17,43			18,40	
	4 comidas	0,24		0,49			0,85			1,65			1,89			3,23			4,36			4,60	
T1R1	PROMEDIO	0,19	0,53	2,00	43,00	1,07	3,00	40,00	1,62	0,00	40,00	2,15	0,00	40,00	3,22	0,00	40,00	4,42	0,00	40,00	4,98	0,00	40,00
	biomasa 12 %	8,55		22,85			42,88			64,72			86,19			128,75			176,94			199,13	
	Racion (g)	1,03		2,74			5,15			7,77			10,34			15,45			21,23			23,90	
	4 comidas	0,26		0,69			1,29			1,94			2,59			3,86			5,31			5,97	
T1R2	PROMEDIO	0,18	0,36	4,00	41,00	1,08	2,00	39,00	1,92	0,00	39,00	2,70	0,00	39,00	3,72	0,00	39,00	4,83	0,00	39,00	4,97	0,00	39,00
	biomasa 12 %	8,10		14,65			42,12			75,06			105,25			144,90			188,29			193,67	
	Racion (g)	0,97		1,76			5,05			9,01			12,63			17,39			22,60			23,24	
	4 comidas	0,24		0,44			1,26			2,25			3,16			4,35			5,65			5,81	
T1R3	PROMEDIO	0,18	0,42	4,00	41,00	1,21	2,00	39,00	2,15	0,00	39,00	3,06	0,00	39,00	3,63	0,00	39,00	4,86	0,00	39,00	5,16	0,00	39,00
	biomasa 12 %	8,10		17,03			47,06			84,01			119,29			141,73			189,54			201,32	
	Racion (g)	0,97		2,04			5,65			10,08			14,31			17,01			22,74			24,16	
	4 comidas	0,24		0,51			1,41			2,52			3,58			4,25			5,69			6,04	
T2R1	PROMEDIO	0,19	0,60	4,00	41,00	1,01	1,00	40,00	1,98	0,00	40,00	4,00	0,00	40,00	5,23	0,00	40,00	6,11	0,00	40,00	6,26	0,00	40,00
	biomasa 12 %	8,55		24,55			40,40			79,36			159,81			209,33			244,24			250,29	
	Racion (g)	1,03		2,95			4,85			9,52			19,18			25,12			29,31			30,04	
	4 comidas	0,26		0,74			1,21			2,38			4,79			6,28			7,33			7,51	
T2R2	PROMEDIO	0,18	0,42	4,00	41,00	0,77	8,00	33,00	1,11	0,00	33,00	2,15	0,00	33,00	3,59	0,00	33,00	4,14	0,00	33,00	4,36	0,00	33,00
	biomasa 12 %	8,25		17,30			25,52			36,65			71,02			118,45			136,73			143,79	
	Racion (g)	0,99		2,08			3,06			4,40			8,52			14,21			16,41			17,26	
	4 comidas	0,25		0,52			0,77			1,10			2,13			3,55			4,10			4,31	
T2R3	PROMEDIO	0,19	0,64	5,00	40,00	0,99	6,00	34,00	2,27	0,00	34,00	3,27	0,00	34,00	4,06	0,00	34,00	5,30	0,00	34,00	6,08	0,00	34,00
	biomasa 12 %	8,46		25,60			33,57			77,07			111,13			138,11			180,13			206,79	
	Racion (g)	1,02		3,07			4,03			9,25			13,34			16,57			21,62			24,81	
	4 comidas	0,25		0,77			1,01			2,31			3,33			4,14			5,40			6,20	
T3R1	PROMEDIO	0,18	0,83	2,00	43,00	1,34	2,00	41,00	2,83	0,00	41,00	3,99	1,00	40,00	5,33	0,00	40,00	6,39	0,00	40,00	7,17	0,00	40,00
	biomasa 12 %	8,31		35,52			54,86			116,22			159,63			213,31			255,73			286,80	
	Racion (g)	1,00		4,26			6,58			13,95			19,16			25,60			30,69			34,42	
	4 comidas	0,25		1,07			1,65			3,49			4,79			6,40			7,67			8,60	
T3R2	PROMEDIO	0,18	0,79	0,00	45,00	1,01	7,00	38,00	1,85	0,00	38,00	2,83	0,00	38,00	3,81	0,00	38,00	5,87	0,00	38,00	6,88	0,00	38,00
	biomasa 12 %	8,25		35,61			38,46			70,45			107,64			144,78			223,21			261,26	
	Racion (g)	0,99		4,27			4,61			8,45			12,92			17,37			26,79			31,35	
	4 comidas	0,25		1,07			1,15			2,11			3,23			4,34			6,70			7,84	
T3R3	PROMEDIO	0,18	0,77	11,00	34,00	1,00	0,00	34,00	1,49	0,00	34,00	2,68	0,00	34,00	4,03	0,00	34,00	6,47	0,00	34,00	7,00	0,00	34,00
	biomasa 12 %	8,07		26,07			33,95			50,50			91,03			137,18			220,05			238,09	
	Racion (g)	0,97		3,13			4,07			6,06			10,92			16,46			26,41			28,57	
	4 comidas	0,24		0,78			1,02			1,52			2,73			4,12			6,60			7,14	

## Anexo M. Conversión alimenticia aparente

### Análisis de Varianza para CAA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.159388	251	0.000295711		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.159388	251			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamiento	0.00151206	3	0.0004835355	0.76	0.5410
Replica (Tratamiento)	0.00066802	8	0.0000736075		
Semana (Tratamiento Replica)	0.107156	72	0.00148828		
Muestra (Tratamiento Replica Semana)	0.01026826	168	0.000061111		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.119568	251			

## Anexo N. Temperatura durante el proyecto

TEMPERATURA °C												
DIA	TOR1	TOR2	TOR3	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3
1	28.67	28.13	28.60	29.17	26.77	28.13	29.63	29.63	29.10	29.39	29.32	29.67
2	29.40	26.83	28.37	28.97	28.37	28.51	29.27	29.27	29.05	29.17	29.14	29.07
3	28.17	26.20	27.70	27.40	28.20	27.65	29.50	29.50	28.92	29.24	29.15	27.73
4	28.53	28.00	27.73	27.87	28.30	28.09	29.33	29.33	28.92	29.15	29.09	28.17
5	29.10	28.03	27.67	28.20	28.77	28.41	29.43	29.43	29.11	29.29	29.24	28.00
6	28.53	27.90	27.13	28.30	28.77	28.31	29.53	29.53	29.17	29.37	29.32	27.97
7	28.77	27.97	27.83	28.27	28.50	28.32	29.40	29.40	29.05	29.25	29.19	28.20
8	28.57	28.00	27.87	27.90	28.83	28.29	29.43	29.43	29.07	29.27	29.22	27.93
9	29.07	28.03	28.00	28.33	28.63	28.44	29.10	29.10	28.89	29.01	28.98	28.13
10	28.50	27.90	28.03	28.27	28.60	28.34	29.13	29.13	28.89	29.02	28.99	28.20
11	28.93	27.90	27.93	28.37	28.60	28.41	29.20	29.20	28.95	29.09	29.05	28.30
12	28.73	27.80	27.70	28.13	28.63	28.28	28.90	28.90	28.72	28.82	28.79	27.90
13	28.43	27.73	27.77	28.03	28.53	28.18	28.97	28.97	28.73	28.86	28.82	27.87
14	28.60	28.13	27.73	28.20	28.50	28.29	29.03	29.03	28.80	28.93	28.89	28.00
15	28.30	28.13	27.77	28.13	28.40	28.20	29.13	29.13	28.84	29.00	28.96	27.97
16	28.40	28.20	27.73	28.27	28.33	28.24	28.60	28.60	28.49	28.55	28.54	27.90
17	28.27	28.17	27.70	28.37	28.30	28.24	28.60	28.60	28.50	28.56	28.54	28.03
18	28.60	28.07	27.80	28.13	28.33	28.21	28.67	28.67	28.52	28.60	28.58	28.03
19	28.27	28.20	27.87	28.17	28.40	28.23	28.60	28.60	28.49	28.55	28.53	28.57
20	28.40	28.13	27.63	28.07	28.37	28.16	28.60	28.60	28.47	28.54	28.52	28.00
21	28.37	28.10	27.43	28.07	28.43	28.16	28.33	28.33	28.30	28.32	28.31	27.70
22	28.50	28.10	27.60	28.17	28.33	28.19	28.67	28.67	28.52	28.60	28.58	28.13
23	28.23	28.13	27.63	27.90	28.27	28.06	28.63	28.63	28.45	28.55	28.52	28.10
24	28.60	28.07	27.43	28.03	28.25	28.10	28.73	28.73	28.53	28.64	28.61	28.07
25	28.07	28.53	27.40	28.13	28.17	28.10	28.70	28.70	28.51	28.62	28.59	28.07
26	28.20	28.03	27.47	27.77	28.27	27.98	28.63	28.63	28.42	28.54	28.51	28.03
27	28.30	28.27	27.33	27.87	28.13	27.99	28.60	28.60	28.40	28.51	28.48	28.10
28	28.43	28.17	27.47	27.83	28.13	28.00	28.70	28.70	28.46	28.59	28.56	28.17
29	27.67	28.30	28.07	27.83	28.40	28.08	28.70	28.70	28.50	28.61	28.58	28.23
30	27.60	27.97	27.30	27.57	28.13	27.77	28.90	28.90	28.54	28.74	28.69	27.97
31	26.43	28.13	27.43	27.90	28.33	27.86	28.60	28.60	28.41	28.52	28.49	28.07
32	28.17	28.27	27.40	27.90	28.27	28.04	28.73	28.73	28.51	28.63	28.60	28.07
33	27.57	28.27	27.63	27.90	28.30	28.01	28.63	28.63	28.45	28.55	28.52	28.07
34	28.17	27.93	27.33	27.73	28.00	27.85	28.83	28.83	28.51	28.69	28.64	28.03

35	27.87	28.17	27.27	27.67	28.23	27.89	28.73	28.73	28.47	28.61	28.57	28.07
36	27.30	28.23	27.43	27.67	28.07	27.80	28.70	28.70	28.41	28.57	28.53	28.10
37	27.17	28.27	27.43	27.93	28.07	27.87	28.67	28.67	28.43	28.56	28.53	28.10
38	27.53	28.10	27.47	27.93	27.90	27.84	28.70	28.70	28.43	28.58	28.54	27.93
39	28.07	28.13	27.47	27.80	27.47	27.72	28.57	28.57	28.27	28.43	28.39	28.13
40	27.67	27.90	27.40	27.87	27.57	27.70	28.67	28.67	28.35	28.52	28.48	28.10
41	27.80	28.07	27.37	27.83	27.87	27.81	28.70	28.70	28.41	28.57	28.53	28.07
42	27.60	28.37	27.43	27.77	28.13	27.90	28.67	28.67	28.42	28.56	28.52	28.20
43	27.43	28.33	27.50	28.00	28.00	27.92	28.90	28.90	28.59	28.76	28.72	28.30
44	27.53	28.30	27.57	28.27	28.13	28.07	28.87	28.87	28.63	28.76	28.73	28.27
45	27.96	28.37	27.77	28.70	28.37	28.37	28.70	28.70	28.63	28.67	28.66	28.30

### Anexo O. Datos pH durante el proyecto

DIA	pH											
	TOR1	TOR2	TOR3	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3
1	7.25	7.57	7.44	7.80	7.52	7.55	7.33	7.47	7.35	7.39	7.49	7.27
2	7.14	7.28	7.45	7.70	7.73	7.41	7.53	7.54	7.72	7.65	7.64	7.51
3	7.21	7.51	7.19	7.58	7.57	7.49	7.38	7.46	7.60	7.49	7.75	7.49
4	7.22	7.26	7.39	7.72	7.56	7.42	7.50	7.34	7.64	7.67	7.44	7.45
5	7.29	7.48	7.32	7.17	7.42	7.37	7.32	7.57	7.77	7.66	7.45	7.44
6	7.32	7.59	7.16	7.57	7.51	7.61	7.34	7.56	7.30	7.49	7.46	7.57
7	7.42	7.35	7.14	7.52	7.81	7.27	7.73	7.52	7.50	7.45	7.46	7.87
8	7.32	7.45	7.39	7.63	7.23	7.75	7.41	7.65	7.56	7.66	7.33	7.49
9	7.23	7.46	7.28	7.81	7.38	7.60	7.38	7.44	7.67	7.27	7.39	7.49
10	7.29	7.51	7.49	7.35	7.70	7.34	7.57	7.70	7.14	7.32	7.50	7.43
11	7.43	7.34	7.51	7.68	7.40	7.16	7.32	7.46	7.24	7.49	7.64	7.55
12	7.26	7.59	7.49	7.71	7.30	7.53	7.66	7.61	7.34	7.50	7.74	7.66
13	7.41	7.46	7.72	7.45	7.46	7.56	7.54	7.61	7.19	7.28	7.40	7.66
14	7.44	7.71	7.25	7.56	7.28	7.41	7.57	7.57	7.31	7.72	7.34	7.51
15	7.58	7.62	7.43	7.33	7.83	7.88	7.37	7.44	7.34	7.37	7.55	7.38
16	7.32	7.75	7.58	7.72	7.54	7.38	7.63	7.43	7.61	7.46	7.44	7.46
17	7.65	7.68	7.74	7.74	7.58	7.38	7.37	7.40	7.40	7.53	7.37	7.39
18	7.39	7.69	7.61	7.72	7.33	7.56	7.40	7.64	7.31	7.55	7.41	7.55
19	7.59	7.37	7.69	7.47	7.64	7.49	7.33	7.47	7.41	7.80	7.44	7.40
20	7.65	7.31	7.62	7.50	7.60	7.12	7.74	7.39	7.78	7.51	7.54	7.43
21	7.25	7.65	7.67	7.46	7.54	7.83	7.45	7.59	7.46	7.32	7.45	7.47
22	7.56	7.55	7.42	7.34	7.58	7.47	7.28	7.44	7.57	7.43	7.42	7.15
23	7.27	7.51	7.38	7.97	7.36	7.73	7.49	7.64	7.31	7.56	7.39	7.59
24	7.62	7.63	7.50	7.72	7.47	7.39	7.32	7.68	7.38	7.54	7.78	7.52
25	7.49	7.82	7.55	7.80	7.54	7.62	7.43	7.43	7.56	7.90	7.37	7.56
26	7.56	7.79	7.65	7.56	7.63	7.37	7.53	7.58	7.79	7.64	7.53	7.89
27	7.57	7.50	7.43	7.62	7.38	7.32	7.31	7.63	7.34	7.71	7.42	7.32
28	7.61	7.59	7.13	7.39	7.70	7.28	7.39	7.45	7.29	7.75	7.42	7.77
29	7.26	7.66	7.64	7.59	7.37	7.54	7.33	7.72	7.28	7.53	7.46	7.62
30	7.33	7.53	7.55	7.42	7.70	7.59	7.77	7.49	7.55	7.66	7.30	7.39
31	7.76	7.65	7.53	7.38	7.34	7.52	7.64	7.50	7.41	7.48	7.71	7.65
32	7.63	7.37	7.48	7.46	7.54	7.65	7.57	7.54	7.49	7.16	7.64	7.33
33	7.53	7.56	7.90	7.56	7.85	7.62	7.54	7.49	7.47	7.77	7.61	7.56
34	7.69	7.34	7.68	7.31	7.35	7.44	7.36	7.53	7.78	7.47	7.55	7.33

35	7.57	7.07	7.33	7.59	7.42	7.62	7.70	7.59	7.48	7.52	7.56	7.13
36	7.52	7.55	7.53	7.51	7.47	7.51	7.48	7.54	7.79	7.70	7.18	7.53
37	7.31	7.37	7.78	7.40	7.50	7.58	7.43	7.14	7.57	7.63	7.50	7.67
38	7.38	7.82	7.53	7.27	7.61	7.47	7.67	7.46	7.67	7.33	7.42	7.44
39	7.09	7.47	7.87	7.37	7.46	7.60	7.15	7.71	7.50	7.62	7.65	7.58
40	7.46	7.81	7.53	7.44	7.66	7.39	7.48	7.22	7.62	7.76	7.31	7.81
41	7.37	7.74	7.37	7.51	7.40	7.36	7.55	7.58	7.58	7.46	7.36	7.32
42	7.19	7.37	7.45	7.60	7.25	7.41	7.49	7.63	7.66	7.29	7.59	7.41
43	7.22	7.74	7.53	7.61	7.38	7.77	7.80	7.25	7.35	7.38	7.60	7.68
44	7.43	7.55	7.66	7.48	7.39	7.59	7.26	7.46	7.22	7.78	7.57	7.63
45	7.71	7.51	7.80	7.31	7.48	7.33	7.51	7.51	7.54	7.46	7.45	7.62
45	2.64	2.64	2.68	3.43	2.74	2.94	2.36	2.46	2.62	2.52	2.54	2.46

## Anexo P. Datos Oxígeno Disuelto durante el proyecto

Oxígeno Disuelto mg/L												
DIA	TOR1	TOR2	TOR3	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3
1	4.36	4.41	4.27	4.43	4.52	4.33	4.23	4.46	4.49	4.49	4.42	4.35
2	4.45	4.91	4.61	4.91	4.83	4.29	4.53	4.43	4.35	4.39	4.59	4.56
3	4.39	4.34	4.47	4.47	4.44	4.67	4.68	4.36	4.75	4.37	4.68	4.20
4	4.62	4.41	4.37	4.62	4.46	4.51	4.82	4.69	4.81	4.43	4.44	4.51
5	4.09	4.49	4.65	4.69	4.24	4.76	4.14	4.39	4.28	4.63	4.34	4.38
6	4.83	4.42	4.59	4.47	4.39	4.50	4.23	4.68	4.40	4.35	4.48	4.82
7	4.59	4.15	4.68	4.35	4.59	4.56	4.78	4.67	4.61	4.50	4.59	4.37
8	4.38	4.48	4.60	4.28	4.38	4.11	4.43	4.61	4.48	4.45	4.33	4.28
9	4.38	4.51	4.34	4.34	4.86	4.47	4.51	4.34	4.52	4.41	4.55	4.43
10	4.24	4.53	4.49	4.75	4.57	4.37	4.37	4.22	4.48	4.58	4.60	4.16
11	4.76	4.28	4.70	4.12	4.58	4.73	4.52	4.40	4.81	4.71	4.41	4.41
12	4.39	4.33	4.37	4.31	4.22	4.34	4.22	4.68	4.58	4.37	4.42	4.45
13	4.60	4.44	4.43	4.65	4.41	4.60	4.70	4.52	4.47	4.28	4.38	4.12
14	4.57	4.26	4.50	4.45	4.33	4.60	4.74	4.54	4.56	4.50	4.56	4.21
15	4.44	4.54	4.90	4.78	4.56	4.50	4.66	4.53	4.63	4.46	4.32	4.50
16	4.71	4.57	4.91	4.53	4.54	4.56	4.60	4.88	4.68	4.54	4.65	4.54
17	4.30	4.44	4.70	4.45	4.52	4.47	4.25	4.39	4.27	4.35	4.33	4.62
18	4.46	4.64	4.28	4.50	4.56	4.38	4.51	4.49	4.37	4.51	4.26	4.32
19	4.29	4.75	4.61	4.31	4.47	4.57	4.84	4.34	4.35	4.21	4.25	4.59
20	4.35	4.24	4.34	4.46	4.59	4.31	4.38	4.35	4.46	4.41	4.66	4.60
21	4.79	4.63	4.33	4.67	4.59	4.53	4.60	4.11	4.67	4.61	4.59	4.28
22	4.47	4.56	4.51	4.46	4.37	4.40	4.22	4.32	4.38	4.57	4.50	4.49
23	4.27	4.68	4.39	4.72	4.43	4.54	4.72	4.77	4.50	4.45	4.20	4.39
24	4.53	4.49	4.61	4.32	4.59	4.69	4.70	4.90	4.55	4.45	4.80	4.48
25	4.31	4.42	4.57	4.46	4.53	4.55	4.45	4.79	4.64	4.50	4.56	4.75
26	4.58	4.77	4.57	4.60	4.65	4.57	4.52	4.54	4.49	4.19	4.55	4.33
27	4.53	4.55	4.68	4.52	4.73	4.63	4.62	4.20	4.48	4.27	4.54	4.71
28	4.45	4.43	4.39	4.74	4.64	4.72	4.28	4.55	4.59	4.39	4.64	4.57
29	4.66	4.66	4.56	4.70	4.22	4.72	4.29	4.70	4.59	4.35	4.52	4.45
30	4.28	4.60	4.51	4.27	4.74	4.35	4.48	4.87	4.45	4.52	4.51	4.63
31	4.60	4.41	4.30	4.36	4.37	4.62	4.54	4.59	4.55	4.41	4.38	4.50
32	4.29	4.69	4.45	4.57	4.53	4.47	4.83	4.24	4.82	4.62	4.63	4.41
33	4.35	4.36	4.64	4.71	4.70	4.71	4.53	4.37	4.52	4.55	4.54	4.80
34	4.30	4.67	4.31	4.65	4.65	4.49	4.37	4.21	4.35	4.43	4.57	4.61

35	4.59	4.64	4.55	4.36	4.68	4.40	4.27	4.52	4.61	4.45	4.74	4.56
36	4.82	4.50	4.34	4.60	4.55	4.73	4.67	4.42	4.56	4.64	4.61	4.65
37	4.67	4.42	4.76	4.38	4.57	4.49	4.28	4.42	4.41	4.37	4.34	4.34
38	4.36	4.38	4.29	4.71	4.65	4.34	4.80	4.47	4.40	4.48	4.64	4.56
39	4.66	4.53	4.31	4.53	4.62	4.30	4.60	4.30	4.56	4.71	4.44	4.49
40	4.56	4.42	4.56	4.52	4.55	4.64	4.90	4.34	4.47	4.51	4.40	4.39
41	4.49	4.48	4.59	4.61	4.67	4.19	4.48	4.56	4.22	4.47	4.54	4.72
42	4.37	4.54	4.46	4.55	4.33	4.39	4.62	4.56	4.59	4.57	4.21	4.66
43	4.20	4.49	4.73	4.44	4.19	4.62	4.28	4.39	4.58	4.44	4.44	4.41
44	4.32	4.49	4.23	4.45	4.33	4.45	4.28	4.50	4.32	4.81	4.49	4.53
45	4.22	4.40	4.64	4.56	4.34	4.45	4.40	4.54	4.84	4.08	4.40	4.53

## Anexo Q. Análisis de Varianza para Oxígeno Disuelto 8am. 12M y 6pm

### Análisis de Varianza para OD 8 am

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2.37194	539	0.00440063		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	2.37194	539			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamiento	0.0213704	3	0.00712346	1.19	0.3738
replica(tratamiento)	0.0479577	8	0.00599471		
Día (tratamiento replica)	2.30261	528	0.00436101		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	2.37194	539			

### Análisis de Varianza para OD 12 M

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2.47854	539	0.0045984		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	2.47854	539			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TRATAMIENTO	0.0140245	3	0.00467483	3.32	0.0775
REPLICA(TRATAMIENTO)	0.0112568	8	0.0014071		
DIA(REPLICA TRATAMIENTO)	2.45326	528	0.00464632		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	2.47854	539			

### Análisis de Varianza para OD 6 pm

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2.31087	539	0.00428732		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	2.31087	539			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TRATAMIENTO	0.0168283	3	0.00560944	1.08	0.4118
REPLICA(TRATAMIENTO)	0.0416372	8	0.00520465		
DIA(REPLICA TRATAMIENTO)	2.2524	528	0.00426591		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	2.31087	539			

## Anexo R. Análisis de Varianza para pH 8am. 12M y 6pm

### Análisis de Varianza para PH 8 am

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.0143669	539	0.0000266547		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.0143669	539			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TRATAMIENTO	0.0000708088	3	0.0000236029	0.53	0.6754
REPLICA(TRATAMIENTO)	0.000357626	8	0.0000447032		
DIA(REPLICA TRATAMIENTO)	0.0139384	528	0.0000263985		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.0143669	539			

### Análisis de Varianza para PH 12 M

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.0138105	539	0.0000256224		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.0138105	539			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TRATAMIENTO	0.0000549283	3	0.0000183094	0.74	0.5584
REPLICA(TRATAMIENTO)	0.000198477	8	0.0000248097		
DIA(REPLICA TRATAMIENTO)	0.0135571	528	0.0000256763		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.0138105	539			

### Análisis de Varianza para PH 6 pm

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.0151769	539	0.0000281574		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.0151769	539			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TRATAMIENTO	0.0000833369	3	0.000027779	0.92	0.4732
REPLICA(TRATAMIENTO)	0.000241184	8	0.000030148		
DIA(REPLICA TRATAMIENTO)	0.0148523	528	0.0000281294		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.0151769	539			

## Anexo S. Análisis de Varianza para la Temperatura 8am. 12M y 6pm

### Análisis de Varianza para TEMPERATURA 8 am

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.159388	539	0.000295711		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.159388	539			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TRATAMIENTO	0.000804778	3	0.000268259	0.76	0.5479
REPLICA(TRATAMIENTO)	0.00282842	8	0.000353552		
DIA(REPLICA TRATAMIENTO)	0.155755	528	0.000294991		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.159388	539			

### Análisis de Varianza para TEMPERATURA 12 m

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.159388	539	0.000295711		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.159388	539			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TRATAMIENTO	0.000804778	3	0.000268259	0.76	<b>0.5479</b>
REPLICA(TRATAMIENTO)	0.00282842	8	0.000353552		
DIA(TRATAMIENTO REPLICA)	0.155755	528	0.000294991		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.159388	539			

### Análisis de Varianza para TEMPERATURA 6 pm

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.136435	539	0.000253126		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.136435	539			

### Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TRATAMIENTO	0.00100426	3	0.000334754	1.43	0.3038
REPLICA(TRATAMIENTO)	0.00187128	8	0.00023391		
DIA(REPLICA TRATAMIENTO)	0.133559	528	0.000252954		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.136435	539			

## Anexo T. Cálculo de Unidades Formadoras de Colonia

$$\text{factor de dilución} = FD = (1/10)^{10} = \left(\frac{1}{10000000000}\right)$$

$$\text{factor decimal de dilución} = FDD = \left(\frac{1}{FD}\right) = \left(\frac{1}{\frac{1}{10000000000}}\right) = \left(\frac{1}{\frac{1}{10000000000}}\right) = 10000000000$$

### CONTEO UFC PARA PROBIOTICO NO ACTIVADO:

$$UFC = \left(\frac{N^{\circ} \text{ Colonias} * FDD}{1g}\right)$$

$$\text{Dilucion } 10^{-4} = \left(\frac{92 * 10000000000}{1g}\right) = 920000000000 \frac{ufc}{g} = 92 * 10^{10} \frac{ufc}{g}$$

$$\text{Dilucion } 10^{-5} = \left(\frac{45 * 10000000000}{1g}\right) = 450000000000 \frac{ufc}{g} = 45 * 10^{10} \frac{ufc}{g}$$

$$\text{Dilucion } 10^{-6} = \left(\frac{34 * 10000000000}{1g}\right) = 340000000000 \frac{ufc}{g} = 34 * 10^{10} \frac{ufc}{g}$$

$$\text{Dilucion } 10^{-7} = \left(\frac{28 * 10000000000}{1g}\right) = 280000000000 \frac{ufc}{g} = 28 * 10^{10} \frac{ufc}{g}$$

$$\text{Dilucion } 10^{-8} = \left(\frac{20 * 10000000000}{1g}\right) = 200000000000 \frac{ufc}{g} = 20 * 10^{10} \frac{ufc}{g}$$

$$\text{Dilucion } 10^{-9} = \left(\frac{16 * 10000000000}{1g}\right) = 160000000000 \frac{ufc}{g} = 16 * 10^{10} \frac{ufc}{g}$$

$$\text{Dilucion } 10^{-10} = \left(\frac{14 * 10000000000}{1g}\right) = 140000000000 \frac{ufc}{g} = 14 * 10^{10} \frac{ufc}{g}$$

### CONTEO UFC PARA PROBIOTICO ACTIVADO:

$$UFC = \left(\frac{N^{\circ} \text{ Colonias} * FDD}{1ml}\right)$$

$$\text{Dilucion } 10^{-7} = \left(\frac{127 * 10000000000}{1ml}\right) = 1270000000000 \frac{ufc}{ml} = 127 * 10^{10} \frac{ufc}{ml}$$

$$\text{Dilucion } 10^{-8} = \left( \frac{94 * 10000000000}{1ml} \right) = 940000000000 \frac{ufc}{ml} = 94 * 10^{10} \frac{ufc}{ml}$$

$$\text{Dilucion } 10^{-9} = \left( \frac{68 * 10000000000}{1ml} \right) = 680000000000 \frac{ufc}{ml} = 68 * 10^{10} \frac{ufc}{ml}$$

$$\text{Dilucion } 10^{-10} = \left( \frac{54 * 10000000000}{1ml} \right) = 540000000000 \frac{ufc}{ml} = 54 * 10^{10} \frac{ufc}{ml}$$